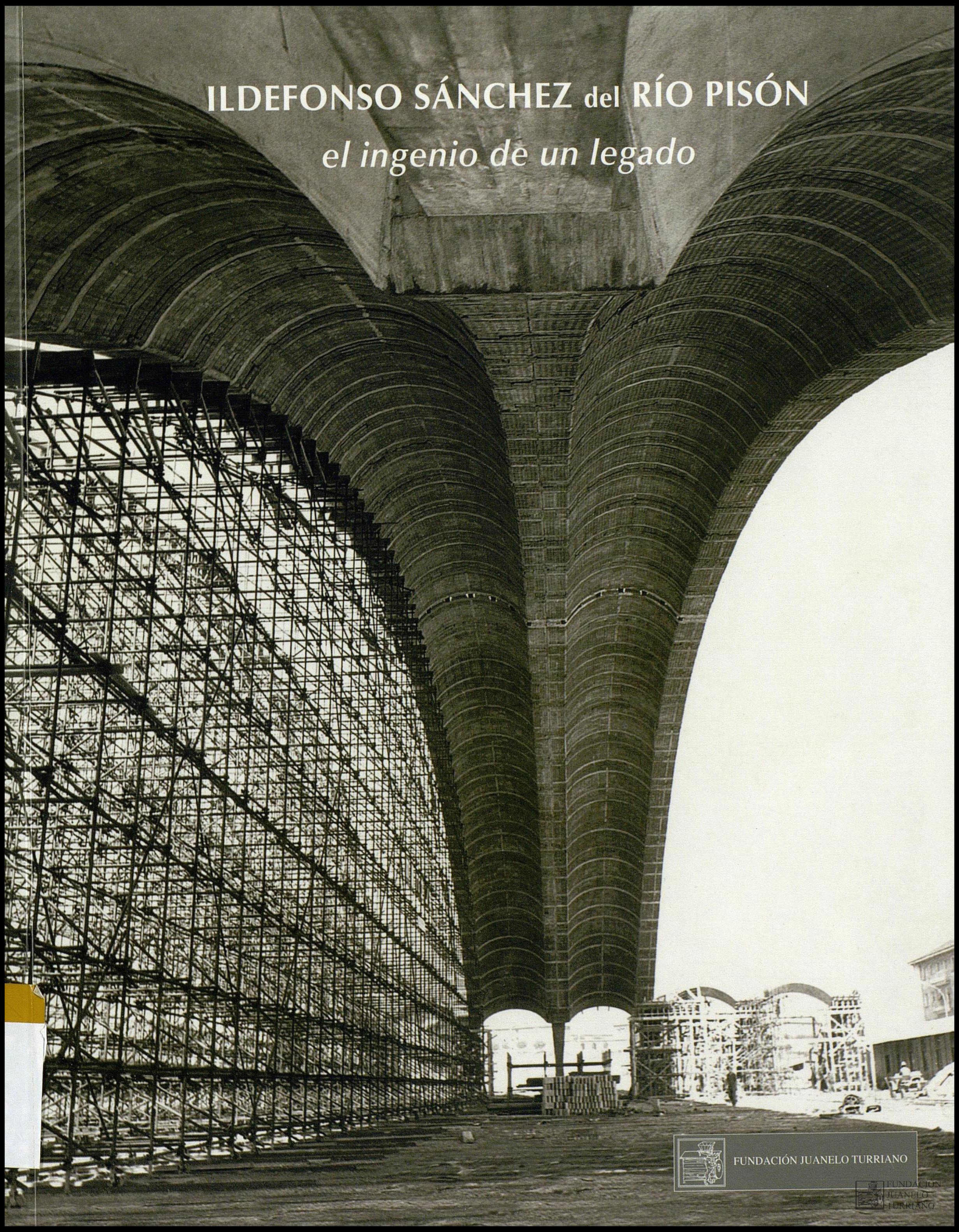
# ILDEFONSO SÁNCHEZ del RÍO PISÓN

## *el ingenio de un legado*



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN [ 1898-1980 ] es uno de los más destacados ingenieros de la denominada Generación del 27, a la que también pertenecen José Entrecanales, Eduardo Torroja, y Carlos Fernández Casado, formados en la Escuela de Ingenieros de Madrid con Eugenio Ribera, maestro del hormigón armado en España.

La FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO, con la colaboración del COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, rinde homenaje a este insigne ingeniero a través de una exposición monográfica y de este libro, que tiene como objetivo difundir su legado, contribuyendo a mantener vivo su recuerdo, y facilitar su conocimiento a las nuevas generaciones de profesionales, que encontrarán en Ildefonso Sánchez del Río un importante referente de la historia de la ingeniería y la arquitectura modernas.

El lema *El ingenio de un legado* resalta la característica más sobresaliente de las plurales actividades desarrolladas por este polifacético ingeniero, cuyo especial modelo de pensamiento y actuación le llevó no sólo a proyectar y construir innovadoras obras de hormigón armado, sino también a fundar "Dragados y Construcciones", una de las empresas líder del sector en España, así como a desarrollar innumerables patentes, fundamentalmente cerámicas, que produjo en su propia fábrica "Río - Cerámica".

La obra de Ildefonso Sánchez del Río alcanzó también reconocimiento internacional a través de su innovador sistema de construcción de estructuras laminares onduladas, que desarrolló desde principios de la década de los años 50, y que estaba basado en la prefabricación de módulos ejecutados con piezas cerámicas aligeradas y hormigón armado, las famosas dovelas-onda. Con este sistema realizó la que fue sin duda su gran obra, el Palacio de Deportes de Oviedo (1961-1975), que forma parte de la historia de la evolución y desarrollo de las Estructuras Laminares de la Modernidad.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

R 32999
450/75

FUNDACION JUANELO TURRIANO
BIBLIOTECA

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



# ILDEFONSO SÁNCHEZ del RÍO PISÓN

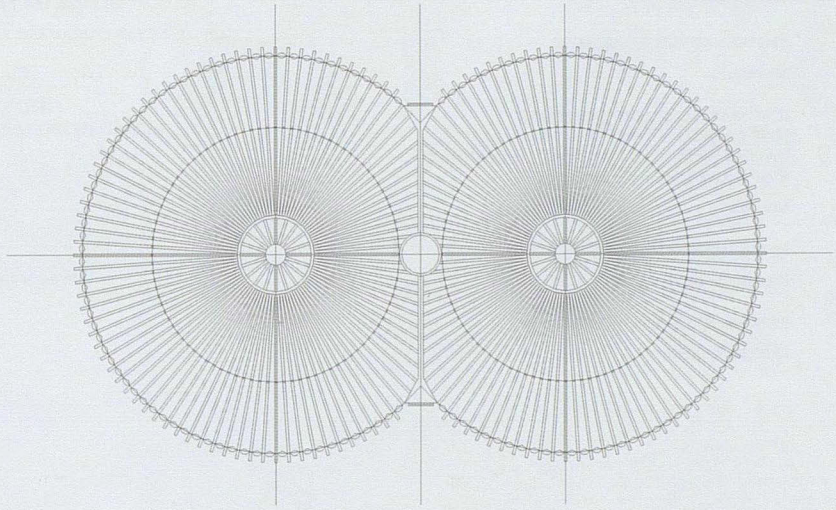
*el ingenio de un legado*

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

# ILDEFONSO SÁNCHEZ del RÍO PISÓN

## *el ingenio de un legado*



EDITADO POR PEPA CASSINELLO Y BERNARDO REVUELTA POL

MADRID 2011

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

PATRONATO

VICTORIANO MUÑOZ CAVA
Presidente

JAVIER GOICOLEA ZALA
Vicepresidente

PEDRO NAVASCUÉS PALACIO
Secretario

JOSÉ MARÍA AGUIRRE GONZÁLEZ
JOSÉ CALAVERA RUIZ
DAVID FERNÁNDEZ-ORDÓÑEZ HERNÁNDEZ
JOSÉ MANUEL SÁNCHEZ RON
Vocales

FRANCISCO VIGUERAS GONZÁLEZ
Presidente de Honor

BERNARDO REVUELTA POL
Director Gerente

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

## EXPOSICIÓN

Organiza
FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Colabora
COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Comisarios
PEPA CASSINELLO Y BERNARDO REVUELTA POL

Asesores
JOSÉ CALAVERA, ROSARIO MARTÍNEZ VÁZQUEZ DE PARGA,
FERNANDO SÁENZ RIDRUEJO, JOSÉ ANTONIO TORROJA

Diseño y dirección del montaje
PEPA CASSINELLO Y BERNARDO REVUELTA POL

Documentación
LUIS HERNÁNDEZ COBOS
BEGOÑA SÁNCHEZ-APARICIO GARCÍA

Montaje
ALCOARTE

Maquetas
HCH MODEL, JORGE QUEIPO

## PUBLICACIÓN

Dirección
PEPA CASSINELLO Y BERNARDO REVUELTA POL

Textos
URBANO ARREGUI, JOSÉ CALAVERA, PEPA CASSINELLO,
ENRIQUE GONZÁLEZ VALLE, JAVIER MANTEROLA,
BERNARDO REVUELTA POL, FERNANDO SÁENZ RIDRUEJO,
FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ DEL RÍO, JOSÉ ANTONIO TORROJA

Traducción
MARGARET CLARK

Diseño y producción editorial
EDICIONES DEL UMBRAL

Impresión
BRIZZOLIS

Encuadernación
RAMOS

© de la edición, Fundación Juanelo Turriano
© de los textos, sus autores
© de las imágenes, sus autores

ISBN: 978-84-937754-1-4
D.L.: M-35513-2011

Las imágenes del libro que no llevan autoría específica han sido facilitadas por los autores, o pertenecen al Archivo Sánchez del Río. Los editores han realizado todos los esfuerzos posibles por conocer a los propietarios de los derechos de todas las imágenes y por obtener los permisos de reproducción necesarios. Si se ha producido inadvertidamente alguna omisión, el propietario de los derechos puede dirigirse al editor.

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

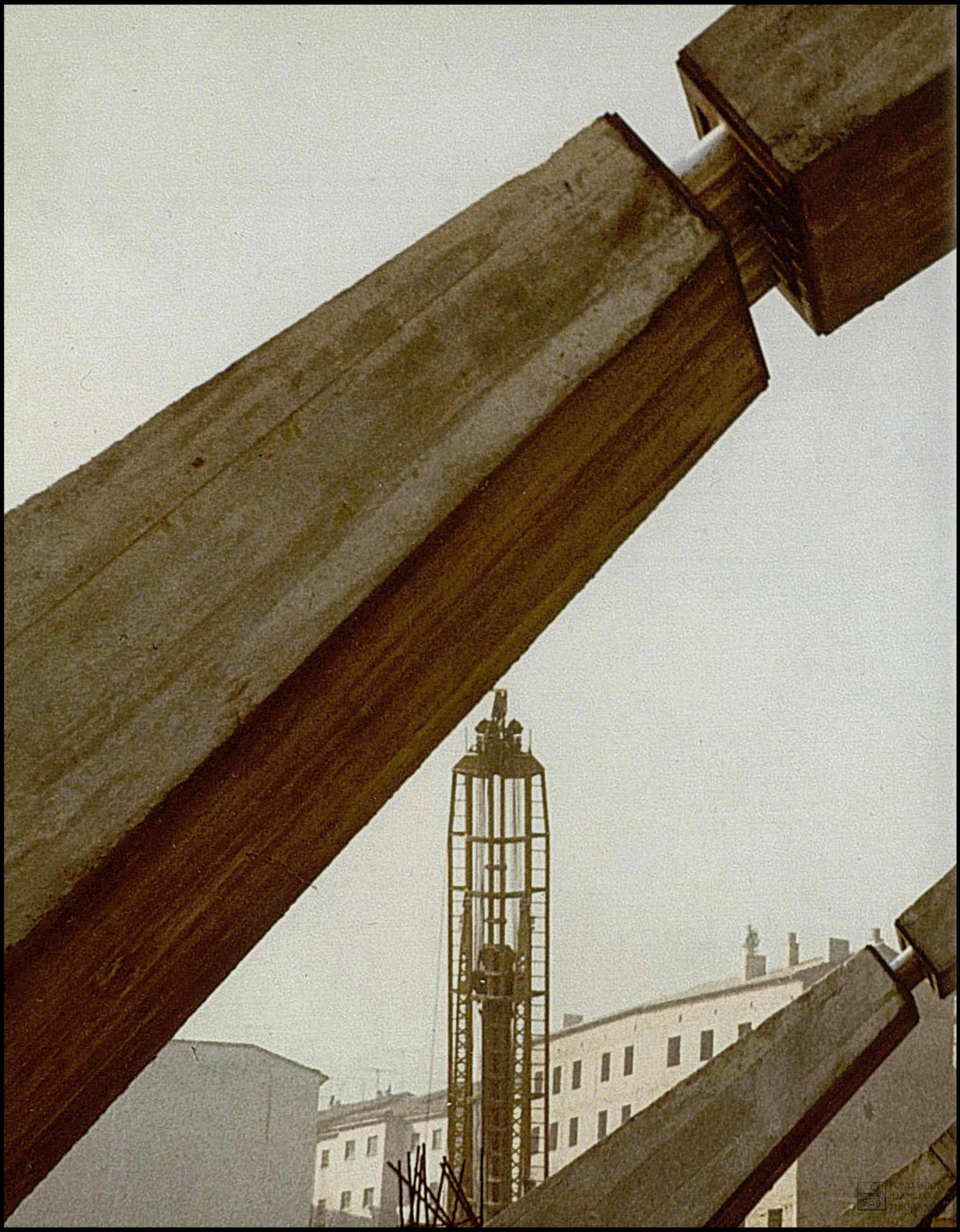
FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

La edición de este libro y la producción de la exposición a la que acompaña, hubieran sido mucho más laboriosas de no haber contado con la ayuda amable y desinteresada de las personas e instituciones que abajo se relacionan. Los comisarios y la Fundación Juanelo Turrriano expresan a todos ellos su más cordial agradecimiento.

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE CAMINOS
ARCHIVO DE LA ETSICCP
ARCHIVO HISTÓRICO PROVINCIAL DE ASTURIAS
AYUNTAMIENTO DE HARO
AYUNTAMIENTO DE OVIEDO
AYUNTAMIENTO DE POLA DE SIERO
AYUNTAMIENTO DE SALAS
BIBLIOTECA DE LA ETSICCP
REVISTA CEMENTO Y HORMIGÓN
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS (CEDEX)
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA
OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

IGNACIO ARANGO
RAFAEL ASTUDILLO
VIRTUDES AZORÍN
JUAN ANTONIO BECERRIL
JESÚS BENITO
DANIEL BRATOS
ANDRÉS CIMADEVILA
MANUEL DE DIEGO
RICARDO DONÉZAR
ÁNGEL ESTEBAN
CARMEN FERNÁNDEZ CUESTA
ISABEL GARCÍA
JONATHAN GIL
ARMANDO GRANDE
JESÚS GRANERO
PABLO LINÉS
MARISA MARCO
LORENZO MARTÍNEZ
MARIANO NAVAS
JOSÉ ANTONIO NOVAL
FRANCISCO OBESO
XOSÉ PANDO
LUIS PEÑALVER
CONCEPCIÓN PINTADO
JORGE QUEIPO
DOLORES ROMERO
SONIA ROSALES
EDELMIRO RÚA
MERCEDES SÁNCHEZ
ÁNGEL SANCHÍS
MARGARITA SANZ
JOSÉ MARÍA TORRES

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



La exposición *Ildefonso Sánchez del Río Pisón. El ingenio de un legado* y el libro que a modo de catálogo se publica simultáneamente suponen para la Fundación Juanelo Turriano la realización de un viejo y querido proyecto. Muchos de los más ilustres ingenieros del pasado siglo han sido objeto de exposiciones monográficas, como las dedicadas a Ribera, Fernández Casado, Iribarren o Torroja, entre otras. La creativa personalidad de Ildefonso Sánchez del Río, la originalidad de su obra, no suficientemente conocida, le hacía indiscutible merecedor de este homenaje, que servirá para recordar, estudiar y divulgar su legado.

Por estos motivos hace ya algunos años que desde esta Fundación, su gerente Javier Goicolea e Ignacio González Tascón, un referente para la Historia de la Ingeniería en España, pusieron en marcha esta idea, que por una serie de circunstancias no se pudo en aquellos momentos llevar a buen fin, quedando como una labor pendiente, pero no olvidada. José Calavera y Fernando Sáenz Ridruejo, desde el Patronato y Comisión Asesora de la Fundación, se encargaron de mantener vivo el interés por este proyecto. Ya desde un principio se había contado con la entusiasta colaboración de la familia del insigne ingeniero, y en particular de su sobrino Javier Sánchez del Río, quedando depositado en la Biblioteca de la Fundación Juanelo Turriano un importante archivo documental cuya disponibilidad ha resultado decisiva para la culminación de este trabajo. Archivo que ha sido catalogado y digitalizado para facilitar su consulta y estudio a todas aquellas personas interesadas.

En 2009 la Fundación Juanelo Turriano y la Universidad Politécnica de Madrid organizaron conjuntamente la exposición *Félix Candela. La conquista de la esbeltez*, que fue inaugurada en 2010 en el Centro Conde Duque de Madrid, viajando luego a Berlín y Múnich. El éxito obtenido hizo patente la oportunidad de acometer la exposición sobre Sánchez del Río y realizarla por los mismos autores de la muestra sobre el arquitecto madrileño. El Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos facilitó el uso de los locales de su sede central en Madrid, en el marco de la fructífera colaboración entre ambas instituciones, quedando así expedito el camino para la materialización de esta idea.

La Fundación Juanelo Turriano presenta este libro y exposición, dirigidos a un público general pero especialmente a todos los interesados por la historia de la tecnología, la ingeniería y la arquitectura en la España del siglo XX, esperando que ello permita un mejor conocimiento y mayor estima de un patrimonio que no por más reciente es menos valioso y digno de protección.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO


FUNDACION
JUANELO
TURRIANO

ÍNDICE


15 Exposición homenaje a Ildefonso Sánchez del Río Pisón. *El ingenio de un legado*
PEPA CASSINELLO Y BERNARDO REVUELTA POL

51 Breve crónica de un ingeniero bohemio
BERNARDO REVUELTA POL

93 Las cubiertas de Sánchez del Río en el contexto internacional de la Arquitectura Moderna
PEPA CASSINELLO

151 Sánchez del Río, Villalba, Martín Gil y otros ingenieros de la generación del 27
FERNANDO SÁENZ RIDRUEJO

167 El ingenio de Sánchez del Río Pisón
JOSÉ CALAVERA

175 Ildefonso Sánchez del Río Pisón, Ingeniero
JAVIER MANTEROLA

183 Ildefonso Sánchez del Río, ingeniero pionero
JOSÉ ANTONIO TORROJA

197 Las patentes de forjados de Ildefonso Sánchez del Río
ENRIQUE GONZÁLEZ VALLE

211 La Plaza Cubierta de Pola de Siero
URBANO ARREGUI

225 Los Sánchez del Río, una familia de ingenieros
FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ DEL RÍO

239 Publicaciones de Ildefonso Sánchez del Río Pisón

240 El cuarto depósito de aguas de Oviedo [ 1928 ] *ROP*
244 Un paraguas de hormigón armado en Oviedo o el ojo clínico del ingeniero [ 1931 ] *ROP*
248 El empleo de articulaciones y rodillos de fibrocemento [ 1936 ] *ROP*


FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

## T1 ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN [ 1898-1980 ]

### BIOGRAPHIC TIMELINE

| | |
|---|---|
| 1898 | Born on 1 May at Haro, La Rioja, Spain |
| 1917 | Admitted to the Madrid School of Civil Engineering |
| 1922 | Awarded degree in civil engineering |
| 1922-1925 | Appointed port engineer, San Esteban de Pravia |
| 1924-1941 | Appointed municipal engineer, Oviedo |
| 1939 | Founds Sociedad Industrias Río del Caucho S.A. |
| 1940 | Founds Dragados y Construcciones S.A. |
| 1942-1977 | Charters Río-Cerámica de Alcalá S.A. |
| 1945-1951 | Appointed Spain's Director General of Roads |
| 1979 | Distinguished as Favourite Son of Oviedo (27 September) |
| 1980 | Death on 30 November in Madrid |

### SELECTED DESIGNS AND WORKS

| | |
|---|---|
| 1924 | Design for San Esteban de Pravia Port, in conjunction with García Ovies |
| | Design for enlargement of the city of Oviedo's water supply |
| 1925 | Concrete umbrella for milk stand in Oviedo |
| 1926 | Oviedo's third water tank |
| 1926-1928 | Oviedo's fourth water tank |
| 1927-1928 | Design for the "Príncipe de Asturias" expressway connecting Oviedo and Gijón |
| 1928-1930 | Pola de Siero water tank |
| 1928-1932 | Town planning design for Pola de Siero expansion |
| 1929 | Bridge over River Narcea at Soto de los Infantes, Asturias |
| | Reinforced concrete bridge with a total span of 80 m over River Nalón, Asturias |
| 1930 | Bridge over River Narcea at Laneo, Asturias |
| 1930-1931 | Indoor market at Pola de Siero |
| 1930-1932 | Roof over Buenavista Stadium, Oviedo |
| 1931-1932 | Water tanks at Villapendi and La Rebollada, Turón-Mieres |
| 1932 | Design for the Firestone Hispania S.A. plant |
| 1934 | Helix-shaped dovecot at Oviedo |
| | Design for road connecting Limanes and Tiñana in Pola de Siero District |
| 1935 | Reinforced concrete bridge over River Navelgas (Tineo District) |
| | Reconstruction of a section of the La Belmontina Aqueduct over the River Pigüeña, using fibrecement rollers on the bearings |
| 1940 | Barrel vault manufacturing bays at the Oviedo Arms Factory |



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



## T1 ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN [ 1898 - 1980 ]

### BREVE RESEÑA BIOGRÁFICA

| | |
|---|---|
| 1898 | Nace el día 1º de mayo en Haro, La Rioja, España. |
| 1917 | Ingresa en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid |
| 1922 | Obtiene el título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. |
| 1922-1925 | Ingeniero del Puerto de San Esteban de Pravia. |
| 1924-1941 | Ingeniero municipal del Ayuntamiento de Oviedo. |
| 1939 | Fundación de la Sociedad Industrias Río del Caucho, S.A. |
| 1940 | Fundación de la sociedad Dragados y Construcciones, S.A. |
| 1942-1977 | Constituye la sociedad Río-Cerámica de Alcalá, S.A. |
| 1945-1951 | Director General de Caminos. |
| 1979 | Hijo Adoptivo de Oviedo (27 de septiembre). |
| 1980 | Fallece el 30 de Noviembre en Madrid. |

### SELECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS

| | |
|---|---|
| 1924 | Proyecto del puerto de San Esteban de Pravia, en colaboración con García Ovies. |
| | Proyecto de ampliación de abastecimiento de aguas de la ciudad de Oviedo. |
| 1925 | Paraguas de hormigón para puesto de venta de leche en Oviedo. |
| 1926 | Tercer Depósito de Aguas de Oviedo. |
| 1926-1928 | IV Depósito de Aguas de Oviedo. |
| 1927-1928 | Proyecto de autovía "Príncipe de Asturias", de Oviedo a Gijón. |
| 1928-1930 | Depósito de agua para Pola de Siero. |
| 1928-1932 | Redacción del Plan de Ensanche de Pola de Siero. |
| 1929 | Puente sobre el río Narcea en Soto de los Infantes, Asturias. |
| | Puente de hormigón armado de 80 metros de luz sobre el río Nalón, Asturias. |
| 1930 | Puente sobre el Narcea en Laneo, Asturias. |
| 1930-1931 | Mercado cubierto de Pola de Siero. |
| 1930-1932 | Cubierta del Estadio de Buenavista en Oviedo. |
| 1931-1932 | Depósitos de agua de Villapendi y La Rebollada, Turón-Mieres. |
| 1932 | Proyecto de fábrica para la Firestone Hispania, S.A. |
| 1934 | Palomar helicoidal en Oviedo. |
| | Proyecto de carretera de Limanes a Tiñana en el concejo de Pola de Siero. |
| 1935 | Puente de hormigón armado sobre el río Navelgas (Concejo de Tineo). |
| | Reconstrucción tramo del acueducto La Belmontina sobre el río Pigüeña, con aplicación de rodillos de fibrocemento en los apoyos. |
| 1940 | Naves para fabricación de cañones de la Fábrica de Armas de Oviedo. |



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

| | |
|---|---|
| 1940-1941 | Award of the design for the West Dyke at Palma de Majorca and founding of Dragados y Construcciones S.A., with Sánchez del Río as founder and member of the board |
| | Bay at Oviedo for the manufacture of "Anís de la Asturiana" (local anisette) |
| | Reinforced concrete iron ore hoppers for Duro Felguera, a mining company |
| 1941 | Reconstruction of the Campoamor Theatre at Oviedo. Architects: Enrique R. Bustelo and Francisco Casariego |
| 1942 | Structural engineering for the Caja Asturiana de Previsión Social. Designed by architect Joaquín Vaquero Palacios in 1934. Damaged during the Spanish Civil War and completed in 1942. Pioneering usage of ribbed structural floors |
| 1943 | Design for 34-m high cooling tower for Duro Felguera S.A. |
| 1944 | Structural engineering for Oviedo's Philharmonic Theatre. Architect: Ramón González Villamil |
| | Design for industrial bay for "Anís de la Asturiana" at Quintanar de la Orden |
| | Structural engineering for Gran Vía Building, Madrid. Architect: Germán Álvarez de Sotomayor |
| 1944-1946 | Hangar-workshop for the National Aeronautics Engineering Institute, Torrejón de Ardoz, Madrid, with Carlos Fernández Casado. Architect: Luis Cabrera. Assistant engineers: Ignacio Vivanco and José Manuel Fernández Oliva |
| 1950 | Santo Domingo de la Calzada Bridge at Haro. Engineer: Vicente Roglá Altet |
| 1955-1956 | Bay with corrugated roof spanning 20 metres for PRACESA at Llanera, Asturias |
| 1956-1957 | Bays with corrugated roofs spanning 20 and 30 metres for FEFASA at Miranda de Ebro, Burgos |
| 1957 | Bay with 35-metre span corrugated roof for RÍO-CERÁMICA, Madrid |
| | Preliminary design for 40 x 30 m hangar for the Directorate General of Airport, under commission from Constructora Hispánica S.A. |
| | Study for bay with 28-metre span corrugated vaults for boiler workshop at Oviedo |
| 1958 | Design for a bay with 20-metre span corrugated roofs for Hijos de Melchor Martínez at Leon |
| 1958-1960 | Bay with corrugated vaults spanning 25 metres for a firebrick plant at Viella, Asturias |
| 1959-1960 | Pulp warehouses at Carrión, Palencia and Veguellina, Leon, for Sociedad General Azucarera Española, with corrugated voussoir vaults spanning 35 and 32.5 metres |
| 1961-1975 | Oviedo Sports Pavilion. Architects: F. Cavanilles, V. Muñoz Uribe and J. Suárez |
| 1971-1972 | Shell roofs over livestock market at Pola de Siero |

## PATENTS

| | |
|---|---|
| 1931 | Letters patent 122178, 18 March 1931. *New procedure for building continuous pumped water piping* |
| | Letters patent 124710, 11 November 1931. *Hydraulic shock-absorber and stabilising system for automobiles* |
| 1935 | Letters patent 138249, 30 May 1935. *New procedure for building reinforced concrete floors* |
| | Letters patent 140108, 07 November 1935. *New procedure for building hollow reinforced concrete floors* |
| 1936 | Letters patent 141905, 8 April 1936. *Improvements on the object of main letters patent 140108.* |
| 1940 | Letters patent 149931, 11 July 1940. *New procedure for timbering mine galleries with specifically shaped reinforced concrete supports* |
| | Letters patent 146444. 3 October 1940. *Specifications for the second supplementary certificate applied for by Ildefonso Sánchez del Río Pisón, Oviedo, for "improvements in the object of main letters patent 140108"* |
| | Design for Municipal Transit Service, Mieres |
| 1944 | Letters patent 166304. 30 May 1944. *Perfected procedure for building ribbed reinforced concrete slabs, applicable to all manner of floors and vaults* |
| 1951 | Letters patent 196177. 18 January 1951. *New perfected procedure for building reinforced concrete slabs* |
| | Letters patent 200749. 03 December 1951. *New procedure for quick forming to build flat and curved reinforced concrete slabs* |
| 1952 | Letters patent 203956. 11 June 1952. *New procedure for precasting large elements for building structural floors and roofs* |
| 1954 | Letters patent 216670, 23 July 1954. *New procedure for building reinforced concrete vaults* |
| 1956 | Letters patent 226097. 14 January 1956. *New procedure for building corrugated reinforced concrete surfaces* |
| 1958 | Letters patent 245897. 11 December 1958. *New procedure for building structural floors in flats* |
| | Letters patent 246268. 29 December 1958. *New perfected procedure for building structural floors in flats* |
| 1961 | Letters patent 266782. 21 April 1961. *Perfected system for building concrete slabs* |
| 1967 | Letters patent 338282. 21 March 1967. *New perfected procedure for building plain and prestressed concrete slabs* |



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

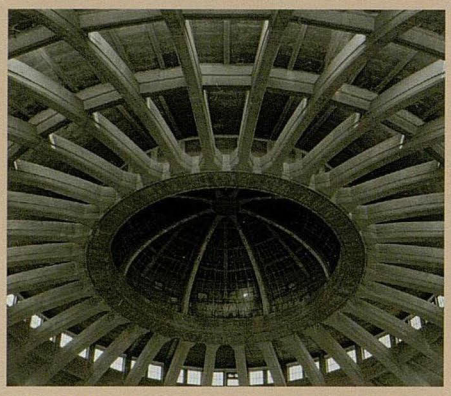
1940-1941 Adjudicación del proyecto para la construcción del Dique del Oeste de Palma de Mallorca, y constitución de la sociedad Dragados y Construcciones, S.A., de la que Sánchez del Río es consejero-fundador.
Nave para la fábrica de Anís La Asturiana en Oviedo.
Tolvas de hormigón armado para mineral de hierro de la Sociedad Duro Felguera.
1941 Reconstrucción del Teatro Campoamor de Oviedo. Arquitectos: Enrique R. Bustelo y Francisco Casariego.
1942 Estructura del edificio de la Caja Asturiana de Previsión Social. Proyecto del arquitecto Joaquín Vaquero Palacios en 1934. Dañado en la guerra y finalizado en 1942. Primera utilización de forjados nervados.
1943 Proyecto de torre de refrigeración de 34 metros de altura para Duro Felguera, S.A.
1944 Estructura del Teatro Filarmónica de Oviedo. Arquitecto: Ramón González Villamil.
Proyecto de nave para la fábrica de Anís de la Asturiana en Quintanar de la Orden.
Estructura del Edificio Gran Vía, en Madrid. Arquitecto: Germán Álvarez de Sotomayor.
1944-1946 Hangar-taller para el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) en Torrejón de Ardoz. Con Carlos Fernández Casado. Arquitecto: Luis Cabrera. Ingenieros colaboradores: Ignacio Vivanco y José Manuel Fernández Oliva.
1950 Puente de Santo Domingo de la Calzada en Haro. Ingeniero: Vicente Roglá Altet.
1955-1956 Nave con cubierta ondulada de 20 metros de luz para PRACESA, en Llanera (Asturias)
1956-1957 Naves con cubiertas onduladas de 20 y 30 metros de luz para FEFASA, en Miranda de Ebro (Burgos).
1957 Nave con cubierta ondulada de 35 metros de luz para Río-Cerámica en Madrid.
Anteproyecto de hangar de 40 x 30 metros para la Dirección General de Aeropuertos, por encargo de Constructora Hispánica, S.A.
Estudio de nave con bóvedas onduladas de 28 metros de luz para taller de calderería en Oviedo.
1958 Proyecto de nave con bóvedas onduladas de 20 metros de luz para Hijos de Melchor Martínez, León.
1958-1960 Nave con bóvedas onduladas de 25 metros de luz para fábrica de ladrillos refractarios en Viella, Asturias.
1959-1960 Almacenes de pulpa en Carrión (Palencia) y Veguellina (León) para la Sociedad General Azucarera Española, con bóvedas de 35 y 32,5 metros de luz, construidas con dovelas-onda.
1961-1975 Palacio de Deportes de Oviedo. Arquitectos: F. Cavanilles, F. Muñoz Uribe y J. Suárez.
1971-1972 Cubiertas del Mercado de Ganado de Pola de Siero.

## PATENTES

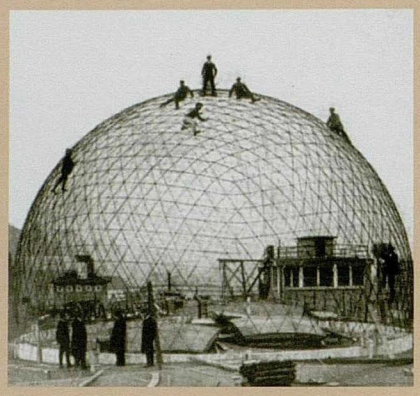
1931 Patente nº 122178. 18-marzo-1931. *Un nuevo procedimiento de construcción de tubería continua para conducciones forzadas de agua.*
Patente nº 124710. 11-noviembre-1931. *Un sistema de amortiguador y estabilizador hidráulico para automóvil.*
1935 Patente nº 138249. 30-mayo-1935. *Nuevo procedimiento de construcción de pisos de hormigón armado.*
Patente nº 140108. 07-noviembre-1935. *Un nuevo procedimiento de construcción de pisos huecos de hormigón armado.*
1936 Patente nº 141905. 8-abril-1936. *Mejoras en el objeto de la patente principal nº 140108.*
1940 Patente nº 149931. 11-julio-1940. *Un nuevo procedimiento de entibación en las galerías de minas, mediante el empleo de formas especiales de hormigón armado.*
Patente nº 146444. 3-octubre-1940. *Memoria descriptiva del segundo certificado de adición solicitado a favor de D. Ildefonso Sánchez del Río Pisón, de Oviedo, por "mejoras" en el objeto de la patente principal nº 140108.*
Proyecto del Servicio Municipal de Transportes de Mieres.
1944 Patente nº 166304. 30-mayo-1944 *Procedimiento perfeccionado para la construcción de forjados nervados de hormigón armado, aplicable a toda clase de pisos y bóvedas.*
1951 Patente nº 196177. 18-enero-1951. *Nuevo procedimiento perfeccionado para la construcción de forjados de hormigón armado.*
Patente nº 200749. 03-diciembre-1951. *Nuevo procedimiento de encofrado rápido para la construcción de forjados planos y curvos de hormigón armado.*
1952 Patente nº 203956. 11-junio-1952. *Nuevo procedimiento para la fabricación de grandes piezas para la construcción de forjados de pisos y cubiertas.*
1954 Patente nº 216670. 23-julio-1954. *Nuevo procedimiento de construcción de bóvedas de hormigón armado.*
1956 Patente nº 226097. 14-enero-1956. *Nuevo procedimiento de construcción de superficies onduladas de hormigón armado.*
1958 Patente nº 245897. 11-diciembre-1958. *Nuevo procedimiento de construcción de forjados de pisos.*
Patente nº 246268. 29-diciembre-1958. *Nuevo sistema perfeccionado de construcción de forjados de pisos.*
1961 Patente nº 266782. 21-abril-1961. *Sistema perfeccionado de construcción de forjados de hormigón.*
1967 Patente nº 338282. 21-marzo-1967. *Procedimiento perfeccionado para la construcción de forjados de hormigón normal y pretensado.*



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



CÚPULA DE LA SALA DEL SIGLO EN BRESLAU, 1911-1913. MAX BERG. DYCKERHOFF AND WIDMAN



ZEISS FACTORY, JENA, ALEMANIA, 1925. DYCKERHOFF AND WIDMAN



MERCADO DE BASILEA, SUIZA,1929. HANS E. RYHINER, F. DISCHINGER Y A. GÖENNER

## T2 INTERNATIONAL CONTEXT: FROM REINFORCED CONCRETE SPATIAL ROOFS TO MODERNIST ARCHITECTURE'S THIN SHELLS

The advent of reinforced concrete in the early twentieth century revolutionised civil works and building. Engineers world-wide soon realised that they could capitalise on the strength and formal versatility of this new material and its unquestionable preeminence over iron in terms of fire performance to build bridges and roofs with very long spans.

Initially (1900-1920), reinforced concrete spatial roofs imitated the spatial wrought iron frames popular in the nineteenth century, based on lattices or continuous series of arches or deep beams. Construction on what is internationally regarded as the first reinforced concrete thin shell was concluded in Jena, Germany, in 1925. From that time on, with the discovery of a technological language specific to this new material, the aim was to further develop the thin shell model. Shortly thereafter, in 1929, the first International Congress of Modern Architecture consolidated the new "air" that was bringing radical change to all disciplines: architecture, engineering, music, painting, sculpture, poetry... In the decades that followed, thin concrete shells also became the ultimate symbol of that new paradigm ("less is more"), constituting the core of a broad legacy ***of new, effective and essentially bare structural forms***.

One of the first roofs to be made of reinforced concrete covered the tiny Bürkliplatz Pavilion built by Robert Maillart in 1908, who invented his mushroom-like slab that same year. Just one year later, in 1909, the Swanson Brothers built the roof over the Melbourne Public Library, an octagonal dome measuring 34.8 metres in diameter, at the time the largest such reinforced concrete structure ever built. In 1913 its record was appropriated by the Jahrhunderhale (Centennial Hall) at Breslau, Poland, whose 65-metre diameter roof was designed by architect Max Berg, engineered by Willi Gehler and Günther Trauer and built by the pioneer German firm Dyckerhoff and Widman. Functionally speaking, the primary characteristic of these large reinforced concrete roofs was that they imitated their predecessors, spatial wrought iron roofs.

Shortly after Ildefonso Sánchez del Río Pisón undertook his engineering career in 1922, he was designated municipal engineer of the City of Oviedo. That appointment came in 1924, when the world's first thin shell was under construction at Jena, Germany, authored by Walter Bauersfeld and built by Dyckerhoff and Widman under the orders of that firm's chief engineer, Franz Dischinger. That feat followed on Eugene Freyssinet's design, in 1923, for his famous hangars at Orly: cylindrical barrel vaults with a parabolic cross-section and corrugated surface, 144 metres long and spanning a distance of 75 metres. These events were to change the destiny of reinforced concrete spatial roofs in the decades that followed.

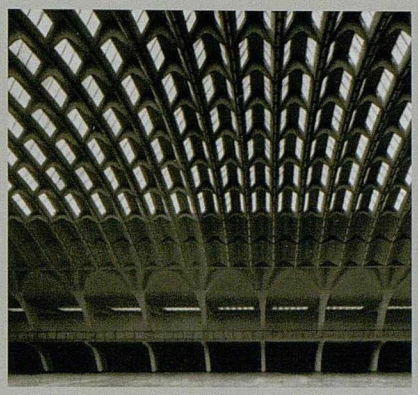
Given the difficulty inherent in engineering these incipient thin shells, in the nineteen twenties, at the outset of his career, Sánchez del Río developed his own method for reinforced concrete roof design. He based their structure on geometric shapes that could be simply built and dimensioned with frames consisting of continuous ribs (beams or arches) set on their narrow side and lightweight severy-like elements in between to minimise the overall weight of the roof. This was the model he used in his famous early "umbrella"-like roofs, as well as in the roofs over water tanks and the singular roof over the Pola de Siero Market (1929), with its two intersecting cylindrical barrel vaults, for which he designed a highly original arch that spans 50 metres. The construction of this innovative roof concurred with three legendary structures in the history of thin concrete shells: the Frankfurt Market Hall (1926-1927), designed by Martín Elsässer, Franz Dischinger and Ulrich Finsterwalder; the Leipzig Market (1927-1929), designed by Hubert Ritter, Franz Dischinger and Hubert Rüsch and the Basel Market (1929) an octagonal dome 60 metres in diameter and only 8 cm thick, designed by Hans E. Ryhiner, Franz Dischinger and Alfred A. Göenn.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FRONTÓN RECOLETOS, MADRID, 1935-1936. EDUARDO TORROJA



SALA DE EXPOSICIONES DE TURÍN, 1948-1949. PIER LUIGI NERVI



HANGAR PARA AVIONES EN MARIGNANE, 1950-1952. AUGUSTE PERRET Y NICOLAS ESQUILLAN

## T2 CONTEXTO INTERNACIONAL: DE LAS CUBIERTAS ESPACIALES DE HORMIGÓN ARMADO A LAS ESTRUCTURAS LAMINARES DE LA MODERNIDAD

Desde el inicio del siglo XX el hormigón armado revolucionó la construcción civil y arquitectónica, y uno de los mayores anhelos suscitados a nivel internacional fue la construcción de puentes y cubiertas de grandes luces aprovechando las características formáceas y adecuo-resistentes de este nuevo material, así como su indudable primacía sobre el hierro en su comportamiento frente al fuego.

En un primer periodo (1900-1920) las cubiertas espaciales de hormigón armado imitaron los armazones espaciales de barras metálicas del siglo XIX, construyéndose estructuras formadas por entramados o secuencias continuas de arcos o vigas de gran canto. En 1925 se inauguró en Jena (Alemania) la que es considerada, a nivel internacional, como la primera Estructura Laminar de hormigón armado. A partir de ese momento, en el que se había encontrado un nuevo lenguaje tecnológico genuino de este nuevo material, el objetivo fue el desarrollo de las cubiertas laminares. A los pocos años, en 1929, se celebró el Primer Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM), que de alguna manera vino a consolidar el nuevo "sentir", que ya estaba produciendo cambios radicales en todas las disciplinas: Arquitectura, Ingeniería, Música, Pintura, Escultura, Poesía... En las décadas posteriores, las Estructuras Laminares –***Thin Concrete Shells***– se convirtieron también en la máxima representación de este nuevo sentir –***less is more***–, construyéndose un amplio legado de ***nuevas, eficaces y desnudas formas resistentes***.

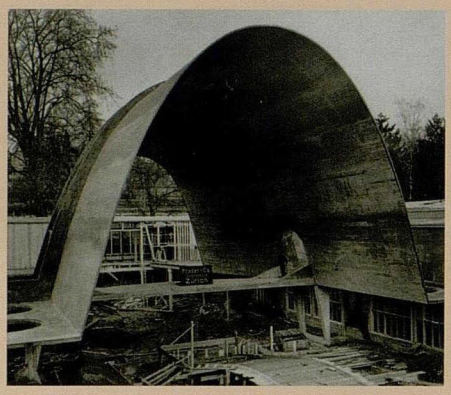
Una de las primeras cubiertas arquitectónicas construidas con hormigón armado fue la del pequeño Bürkliplatz Pavillion, construida por Robert Maillart en 1908, tras haber inventado ese mismo año el forjado fungiforme. Poco después Swanson Brothers (1909) construyó la cubierta de la Biblioteca Pública de Melbourne, una cúpula octogonal de 34,8 metros de diámetro, que en aquellos momentos era la de mayor tamaño construida en el mundo con hormigón armado. En 1913 fue superada por la cúpula de la Jahrhunderhale (Sala del Siglo) de Breslau (Polonia), que contó con un diámetro de 65 metros. Fue proyectada por el arquitecto Max Berg y los ingenieros Willi Gehler y Günther Trauer, y construida por la pionera empresa de ingeniería alemana Dyckerhoff and Widman. Desde el punto de vista de su funcionamiento estructural la característica fundamental de estas primeras grandes cubiertas de hormigón armado fue, en efecto, la imitación de sus predecesoras cubiertas espaciales de barras construidas con elementos metálicos.

En 1922, el joven ingeniero Ildefonso Sánchez del Río Pisón apareció en la escena profesional, y en 1924 fue nombrado ingeniero municipal del Ayuntamiento de Oviedo, el mismo año en el que se estaba construyendo en Jena (Alemania) la primera Estructura Laminar, que fue proyectada por Walter Bauersfeld y Franz Dischinger, jefe de la empresa Dyckerhoff and Widman, encargada de su construcción. Momentos en los cuales Eugène Freyssinet diseñó sus famosos Hangares de Orly (1923), unos cañones cilíndricos de sección parabólica, de superficie ondulada, que con una longitud de 144 m salvaban una luz de 75 m. Acontecimientos que cambiaron, en las décadas posteriores, el destino de las cubiertas espaciales de hormigón armado.

Dada la dificultad de diseño y cálculo que presentaban las incipientes Estructuras Laminares, en la década de los años 20, desde el inicio de su actividad profesional, Sánchez del Río definió su propio método de diseño de cubiertas de hormigón armado, que estaba basado en la utilización de formas geométricas susceptibles de ser construidas y dimensionadas, de manera sencilla, mediante entramados o secuencias continuas de nervaduras (vigas o arcos) de canto, entre las que ejecutaba plementos ligeros para minimizar el peso del conjunto de la cubierta. A este tipo estructural responden sus primeras y famosas cubiertas tipo "paraguas", así como las cubiertas de sus depósitos de agua y la singular cubierta de intersección de dos cañones cilíndricos del Mercado de Pola de Siero (1929), en la que construyó un original arco de 50 metros de luz de vano libre. Esta innovadora cubierta fue coetánea con tres cubiertas míticas en la historia del desarrollo de las ***Thin Concrete Shells***: la del Gran Mercado de Francfort (1926-1927), proyectado por Martin Elsässer, Franz Dischinger y Ulrich Finsterwalder; la del Mercado de Leipzig (1927-



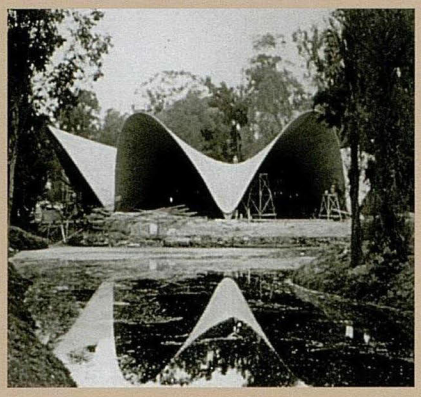
FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



PABELLÓN DEL CEMENTO, 1939. EXPOSICIÓN NACIONAL SUIZA. ROBERT MAILLART



CNIT DE PARÍS, 1958. NICOLAS ESQUILLAN Y PIER LUIGI NERVI



RESTAURANTE LOS MANANTIALES, 1958. XOCHIMILCO, MÉXICO. FÉLIX CANDELA

That same year, 1929, Eugène Freyssinet patented "prestressed concrete", a new material that was to contribute to the development of new and larger civil and architectural works, with a direct impact on thin shells.

In the nineteen thirties, many of the lead players in the development of reinforced and prestressed concrete built some of their most prominent structures. These included: Eduardo Torroja: Algeciras Market (1934), Zarzuela Race Track (1935) and Recoletos Jai-Alai Court (1936); Pier Luigi Nervi: hangars at Orvieto (1935); Bernard Lafaille: French pavilion at the Zagreb World Fair (1937); Giorgio Baroni: Warehouse at Tresigallo, Ferrara (1938); Robert Maillart: Cement Pavilion at the Swiss National Exhibition (1939); Anton Tedesko: water filter plant, Hibbing (1939).

In the nineteen forties Ildefonso Sánchez del Río developed an innovative system for designing and building lightweight roofs, resorting to the use of corrugated surfaces to attain greater stiffness, much as Freyssinet had done with his hangars at Orly (1923). That system was based on using modules (corrugated voussoirs) precast on site with reinforced concrete and lightweight fired clay elements designed and produced at his Río - Cerámica factory. He built many roofs with this system, which by the early nineteen fifties had spans of up to 35 metres. This construction system was similar to the precast corrugated voussoir scheme devised by Pier Luigi Nervi and used in many of his works. In one, the main hall in the Turin Exhibition (1948-1949), the roof spanned a total of 95 metres. Subsequently, also using cylindrical barrels with a corrugated surface, August Perret and Nicolas Esquillan built the Marignane hangars (1950-1952), setting a new record in the span covered by these thin shell barrel vaults with corrugated surfaces: 101.50 metres, using reinforced concrete only 6 cm thick. A few years later, in 1958, what was to be the largest thin shell of modernist architecture was built in Paris: a double corrugated ribbed vault spanning 218 metres over a triangular floor plan. The structure, which roofs the Centre des Nouvelles Industries et Technologies, CNIT, (Centre for new industries and technologies), was authored by Nicolas Esquillan under the guidance of Pier Luigi Nervi.

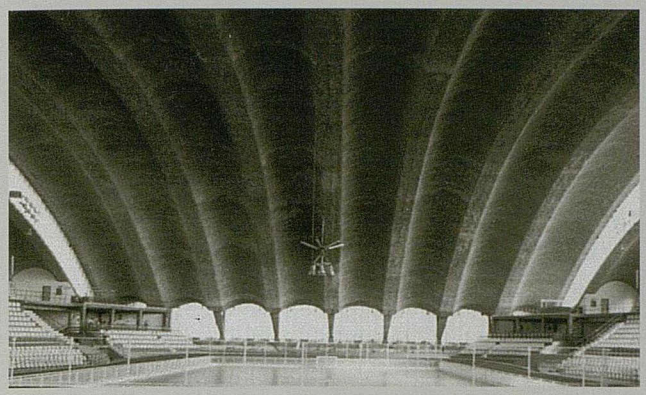
In 1959, in light of the dynamic development of ***Thin Concrete Shells***, the International Association for Shell Structures, IASS, was founded in Madrid under the leadership of Eduardo Torroja. Sánchez del Río was invited to deliver a lecture on his innovative system for building corrugated shells as part of the ***International Colloquium on Thin Shell Construction Methods*** held at the Institute for Construction and Cement Engineering.

The Asturian engineer presented the corrugated shell system that he had developed with different types of corrugated arches and voussoirs and that could theoretically be used to build roofs covering spans of up to 200 metres. Later, in 1961, he began to design what was to be his grand ***oeuvre***, the Oviedo Sports Pavilion, where he also applied the system: the roof, which spans a distance of 100 metres, was completed in 1975. In that same decade, in 1972, he built a roof for the Pola de Siero market consisting of a series of reinforced concrete shell umbrellas, one of which, with a diameter of 40 metres, is the largest thin shell umbrella ever built.

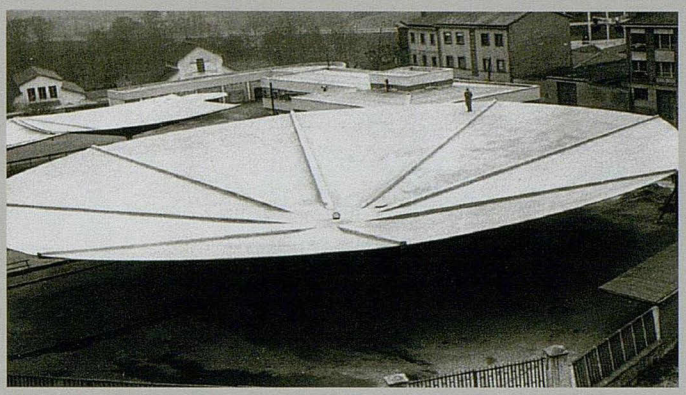
Engineer Ildefonso Sánchez del Río's contributions to the development of reinforced concrete roofs during his career, which lasted over half a century (1924-1975), form part of one of the most significant and admirable histories of the twentieth century: the progression from reinforced concrete spatial roofs to modernist thin shells.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO, 1961-1975. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO



PARAGUAS DE POLA DE SIERO 1971-1972. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO

1929), proyectado por Hubert Ritter, Franz Dischinger y Hubert Rüsch; y la del Mercado de Basilea (1929), proyectado por Hans E. Ryhiner, Franz Dischinger y Alfred A. Göenn, una cubierta cupular octogonal de 60 metros de diámetro y tan solo 8 centímetros de espesor.

En ese mismo año de 1929 Eugène Freyssinet registró en París su patente de "hormigón pretensado", un nuevo material que contribuiría al desarrollo de nuevas y más grandes obras en la Ingeniería civil y la Arquitectura, influyendo directamente en el desarrollo de las Estructuras Laminares.

En la década de los años treinta, gran parte de los protagonistas del desarrollo del hormigón armado y/o pretensado, y de las ***Thin Concrete Shells***, construyeron algunas de sus más importantes Estructuras Laminares, entre ellos: Eduardo Torroja, Mercado de Algeciras (1934), Hipódromo de la Zarzuela (1935), Frontón Recoletos (1936); Pier Luigi Nervi, Hangares de Orvieto (1935); Bernard Lafaille, Pabellón de Francia en la Feria Internacional de Zagreb (1937); Giorgio Baroni, Almacén en Tresigallo, Ferrara (1938); Robert Maillart, Pabellón del Cemento de la Exposición Nacional Suiza (1939); Anton Tedesko, Water Filter Plant en Hibbing (1939).

Fue en la década de los años 40 cuando Ildefonso Sánchez del Río desarrolló un innovador sistema de diseño y construcción de cubiertas ligeras, recurriendo a la utilización de superficies onduladas para conseguir mayor rigidez de forma, tal y como ya había empleado años antes Freyssinet en sus Hangares de Orly (1923). Su sistema de construcción estaba basado en la utilización de módulos (dovelas-onda) prefabricados a pie de obra con piezas cerámicas aligeradas y hormigón armado, diseñadas y producidas en su fábrica Río - Cerámica, con las que construyó un gran número de cubiertas, que en los primeros años de la década de los 50 alcanzaron una luz libre de vano de hasta 35 metros. El sistema era similar al usado por Pier Luigi Nervi en la construcción de gran parte de sus obras, pero ejecutando módulos-onda prefabricados con hormigón armado, como fue el caso del Hall principal de la Exposición de Turín (1948-1949), que alcanzó una luz de vano libre de 95,00 metros. Posteriormente, y también utilizando cañones cilíndricos de superficie ondulada, August Perret y Nicolas Esquillan construyeron los Hangares de Marignane (1950-1952), que superaron la luz de vano alcanzada con este tipo de estructuras laminares de cañones de superficies onduladas, alcanzando 101,50 metros con tan solo 6 cm de espesor de hormigón armado. Pocos años después, en 1958, se construiría en París la que sería la mayor estructura laminar de la Arquitectura Moderna, el CNIT, Centre des Nouvelles Industries et Technologies, que fue proyectado por Nicolas Esquillan con la asesoría de Pier Luigi Nervi. Una bóveda de crucería de doble superficie ondulada, levantada sobre una planta triangular de 218 metros de luz de vano libre entre apoyos.

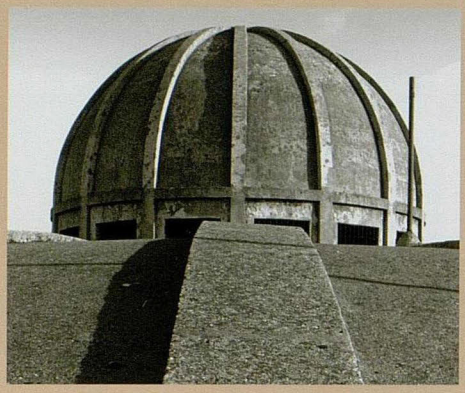
En 1959, tras el amplio desarrollo y evolución de las ***Thin Concrete Shells***, se fundó en Madrid, bajo la dirección de Eduardo Torroja, la IASS, International Association for Shell Structures, y Sánchez del Río fue invitado a pronunciar una conferencia sobre su innovador sistema de construcción de cubiertas onduladas, como parte del ***Coloquio Internacional sobre Métodos constructivos de bóvedas delgadas*** celebrado en el Instituto de la Construcción y del Cemento.

Sánchez del Río presentó su sistema de cubiertas laminares onduladas, que tenía desarrollado con diferentes tipos de arcos-onda y dovelas-onda, con los que teóricamente podrían construirse cubiertas de hasta 200 metros de luz de vano libre. Posteriormente, en 1961, inició el proyecto de la que sería su gran obra, y en la que aplicó este sistema: el Palacio de Deportes de Oviedo, que no se inauguró hasta 1975, y que alcanzó una luz de vano libre de 100 metros. En esta misma década, en el año 1972, construyó para el Mercado de Pola de Siero varios paraguas laminares de hormigón armado, uno de los cuales alcanzó un diámetro de 40 metros, siendo el paraguas laminar de mayor tamaño jamás construido.

Las diferentes aportaciones al desarrollo y evolución de las cubiertas de hormigón armado realizadas por el ingeniero Ildefonso Sánchez del Río, en un periodo que abarca más de medio siglo (1924-1975), forman parte de una de las más relevantes y admiradas historias del siglo XX: el paso de las cubiertas espaciales de hormigón armado a las Estructuras Laminares de la Modernidad.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO





IV DEPÓSITO DE AGUAS DE OVIEDO, 1926-1928

## T3 WATER TANKS

One of the innovations in Sánchez del Río's ***oeuvre*** was indisputably his prototype for water tanks. He built several, primarily while he was municipal engineer for the City of Oviedo (1924-1941). The first storage tank he built was an enlargement on the one erected in 1904 by his mentor Eugenio Ribera. For that commission, Sánchez del Río adopted a solution similar to the one used in the existing tank, whose roof was a simple one-way, beam and joist reinforced concrete slab.

It was in Oviedo's fourth water tank (1926-1928), with a capacity of 10 000 $m^3$, that Sánchez del Río, applying the same design method as in his early "umbrellas", defined an innovative type of structural skeleton for reinforced concrete spatial roofs. This solution was substantially more cost-effective than the alternatives available at the time because of its rationalised construction. The method consisted of suitably choosing the geometry for the spatial roof, whose skeleton comprised self-bearing ribs and small elements either resting on or hanging from them. These elements were reinforced concrete shells or slabs or slabs lightened with fired clay components. As Sánchez del Río himself pointed out years later, this obviated the need to design continuous shells, which would have rendered the structural engineering for the roof of the tank very complex. In these early years, this type of roofs was very scantly developed, as noted in the description of the international context prevailing in the nineteen twenties (T2).

Most of the water tank roofs designed by Sánchez del Río were based on the same type of structural skeleton as the fourth water tank in Oviedo, which was highly praised by his mentor Eugenio Ribera. They were toroidal spatial geometries generally intended for circular floor plans, such as in the water tanks at Trubia (1930), Turón (1930), Pola de Siero (1931) and Lugones (1943), although some were built over semi-circular plans, such as the storage tank at Mieres (1930).

Sánchez del Río perfected his structural system for a standard roof from the experience accumulated in the design of these subsequent storage tanks. He also engineered two large tanks that were never built, one for Madrid and the other for Seville. The exhibit devotes two large panels to this type of structures, and displays original documents from the Fundación Juanelo Turriano archives in connection with the designs for the fourth water tank at Oviedo, dating from 1928, the Pola de Siero water tank, from 1931 and the Madrid tank, from 1932. A scale model of the fourth tank at Oviedo is also shown, courtesy of the Centre for Public Works Studies and Experimentation.

Oviedo's fourth water tank was actually a prototype that Sánchez del Río later perfected. This storage tank was built over a circular floor plan 50 metres in diameter. It is toroidal, with a 10-metre diameter cylinder in the centre, like a lantern, roofed by a tiny spherical ribbed dome that houses the machine room. This design shortens the span for the main roof, converting it into a circular barrel vault whose skeleton is a continuous series of arched ribs that spring from the machine room dome and rest at the other end on buttresses external to the building.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



VISTA INTERIOR DEL IV DEPÓSITO DE AGUAS DE OVIEDO



## T3 DEPÓSITOS DE AGUA

Una de las innovaciones aportadas por la obra de Sánchez del Río es, sin duda, su prototipo de depósito de aguas, del cual construyó varios, fundamentalmente en los años en que desempeñó el cargo de ingeniero municipal del Ayuntamiento de Oviedo (1924-1941). El primer depósito que construyó sirvió de ampliación al realizado en el año 1904 por su maestro Eugenio Ribera. En este caso, Sánchez del Río utilizó una solución similar a la existente, cuya cubierta estaba formada por un sencillo forjado unidireccional de vigas y viguetas de hormigón armado.

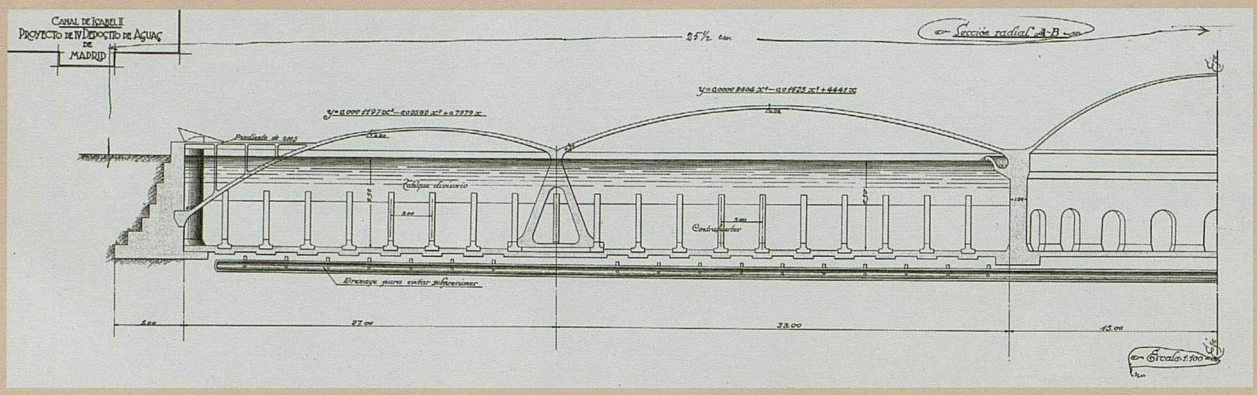
Fue en el posterior proyecto del IV Depósito de Aguas de Oviedo (1926-1928), de 10.000 $m^3$ de capacidad, donde Sánchez del Río, aplicando el mismo método proyectual que en sus primeras cubiertas "paraguas", definió un tipo innovador de esqueleto estructural de cubierta espacial de hormigón armado, económicamente competitivo frente a las alternativas existentes en aquellos momentos, debido a que su desarrollo estaba intrínsecamente unido a la racionalización de su proceso de construcción. El método de diseño consistía en la adecuada elección de la forma geométrica de la cubierta espacial, que debía permitir su generación mediante un esqueleto de nervaduras autoportantes, sobre las que apoyaba o colgaba pequeños elementos a modo de láminas de hormigón armado, o forjados aligerados con piezas cerámicas o de hormigón armado. De esta manera, Sánchez del Río evitaba, tal y como él mismo señaló años después, proyectar estructuras laminares continuas, hecho que le hubiera complicado el cálculo de la cubierta del depósito, en unos momentos en los cuales todavía se estaba iniciando el desarrollo de este tipo de cubiertas, tal y como hemos referido anteriormente.

La mayor parte de las cubiertas de los depósitos de agua que proyectó Sánchez del Río fueron diseñados con el mismo tipo de esqueleto estructural que el IV Depósito de Oviedo, que fue ampliamente alabado por su maestro Eugenio Ribera. Generalmente los desarrolló sobre plantas circulares y geometrías espaciales tóricas, como en el caso de los depósitos de agua de Trubia (1930), Turón (1930), Pola de Siero (1931) y Lugones (1943), construyendo también algunos de plantas semicirculares como el de Mieres (1930). A través de la construcción de todos estos posteriores depósitos, Sánchez del Río fue perfeccionando su sistema estructural de cubierta tipo para depósitos, llegando a proyectar dos grandes depósitos que no fueron construidos, uno para Madrid y otro para Sevilla.

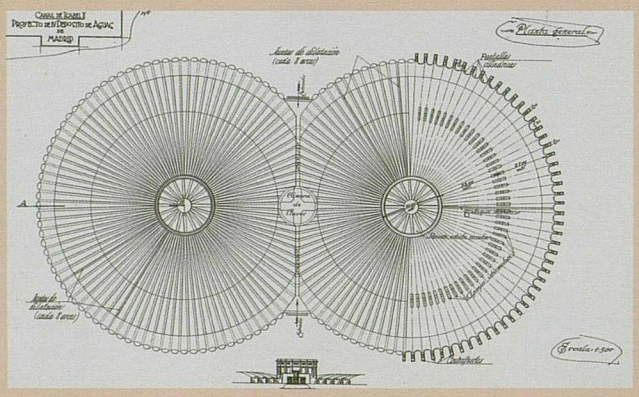
El IV Depósito de Aguas de Oviedo fue el prototipo de depósito, que posteriormente fue perfeccionado. Se levanta sobre una planta circular de 50 metros de diámetro. Su forma geométrica es tórica, y en su centro se levanta un cilindro de 10 metros de diámetro cubierto a modo de linterna por una pequeña cúpula esférica nervada, que alberga la cámara de llaves. De esta manera, se acorta la luz de vano libre del esqueleto estructural de la cubierta principal, que se convierte en un cañón circular generado por la secuencia continua de nervaduras en arco que apoyan en la cámara de llaves central y en contrafuertes exteriores.

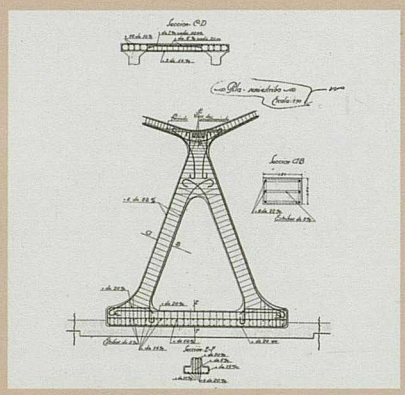


FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO




PROYECTO DEL IV DEPÓSITO DE AGUAS DE MADRID, 1930



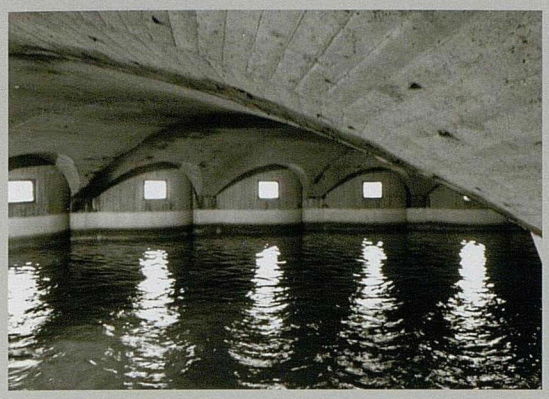
This ingenious, 20-metre span roof was essentially dimensioned by balancing the actions involved and built, as in Medieval times, by sequentially erecting two opposite sectors to guarantee overall stability during construction with no need for shoring. To that end, Sánchez del Río designed centring that revolved around the machine room, a system that he later applied in other storage tanks, such as at Pola de Siero. Two mobile centring forms positioned diametrically opposite one another were used during the construction of these tanks. Since the two forms together covered an area equal to one twelfth of the total roof, construction was divided into twelve stages.

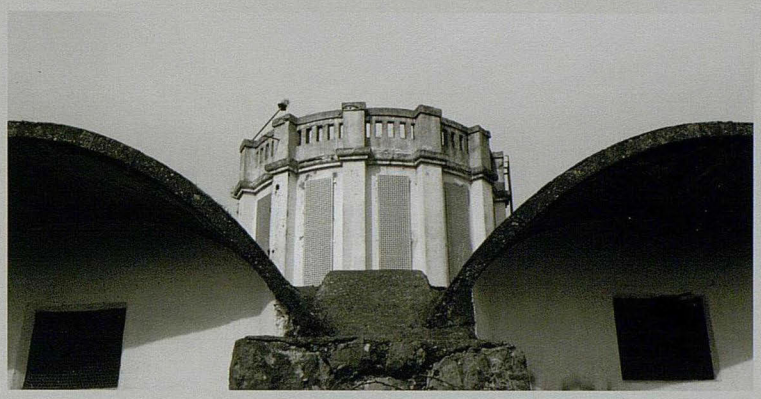
In 1930, Ildefonso Sánchez del Río designed Madrid's fourth water tank with this same structural system and submitted it to the competition organised by the Canal de Isabel II (municipal waterworks), although he was not awarded the commission. The "8-shaped" storage tank is the result of the spatial coupling of two circular storage tanks with an interior diameter of 150 metres. Further to the structural and construction scheme devised by Sánchez del Río, the two tanks are joined by a common vertical plane that cuts through both. Of the 20 radial ribs that form the skeleton for each of the two storage tanks and converge on this plane, six spring from the common machine room located in between the two adjacent tanks.

If this storage tank had been built, it would have been the largest toroidal structure designed by Sánchez del Río using this construction system.

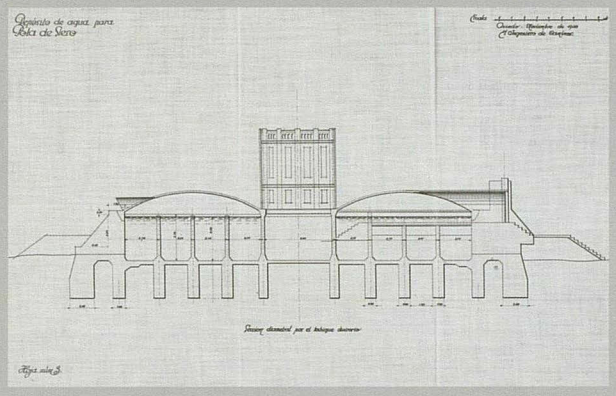


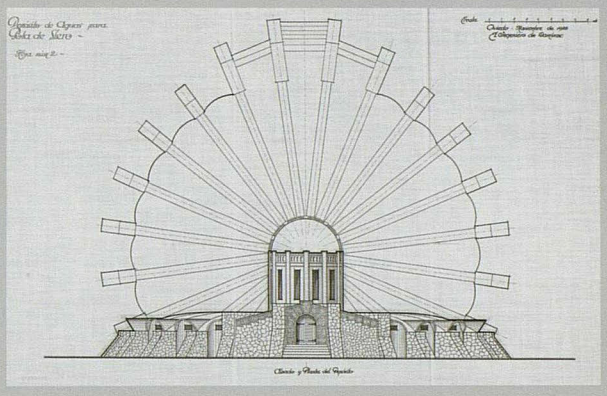
FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO





DEPÓSITO DE AGUAS DE POLA DE SIERO, 1931





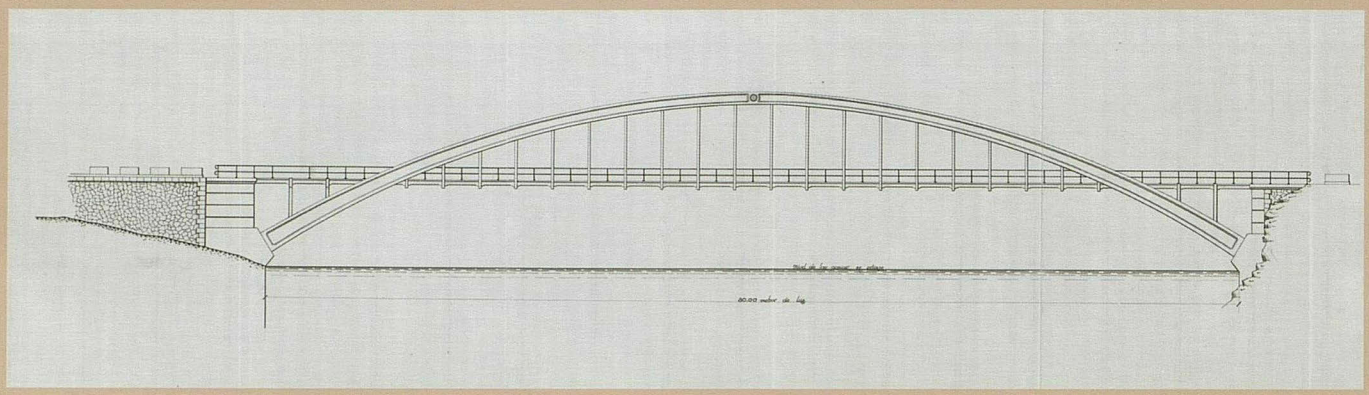
Una ingeniosa cubierta de 20 metros de luz de vano libre, dimensionada fundamentalmente mediante el equilibrio de las fuerzas actuantes, y ejecutada, a la manera medieval, a través de la construcción secuencial de dos sectores opuestos para garantizar la estabilidad del conjunto durante su construcción, sin necesidad de apuntalamientos. Para ello, Sánchez del Río diseñó una cimbra giratoria alrededor de la cámara de llaves, sistema que utilizó en otros depósitos, como el de Pola de Siero. Para ello se utilizaron dos cimbras móviles, colocadas en todo momento de forma diametralmente opuesta. El conjunto de ambas cimbras cubría una superficie de un doceavo del total de la cubierta, razón por la cual se concluyó su construcción en doce secuencias.

En 1930, Ildefonso Sánchez del Río proyectó con este mismo sistema estructural el IV Depósito de Aguas de Madrid, presentándolo al concurso convocado por el Canal de Isabel II, aunque no resultó adjudicatario. La volumetría del depósito se genera mediante la macla espacial de dos depósitos de planta circular de 150 metros de diámetro interior, que siguiendo el tipo estructural y constructivo diseñado por Sánchez del Río, se cortan mediante un plano vertical común que sirve de unión entre ambos, donde se establece el encuentro de 20 nervaduras radiales de cada uno de los dos depósitos, 6 de las cuales arrancan de la cámara de llaves común situada en posición central respecto de ambos depósitos yuxtapuestos, resultando una planta en forma de ocho.

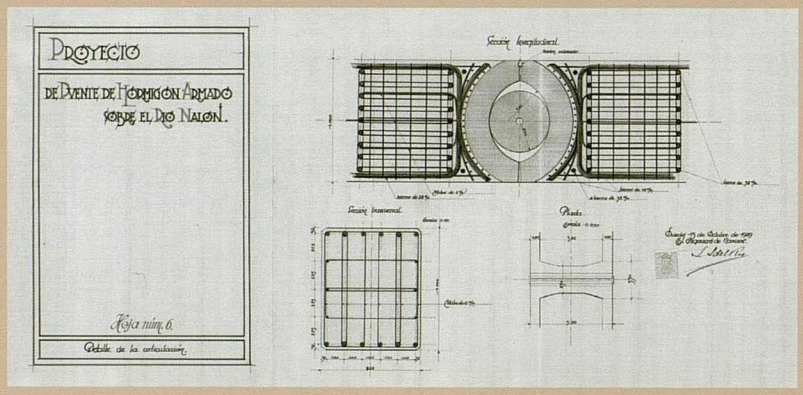
De haberse construido este depósito, hubiera sido el de mayor tamaño proyectado por Sánchez del Río con este sistema y geometría tórica.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



PROYECTO DE PUENTE SOBRE EL RÍO NALÓN, 1929. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO




## T4 BRIDGES

Ildefonso Sánchez del Río also designed a number of bridges in his career, although only one was actually built: the bridge over the River Narcea (Requejo and Láneo districts).

This bridge, built in 1929, consisted of two parallel reinforced concrete arches that spanned 41 metres, obviating the need for piles in the riverbed. Its flood wall rose 8.00 metres off the bank. The deck is a continuous reinforced concrete slab suspended from the arches and cantilevering beyond the hangers. The arches have no transverse bracing over the deck but are restrained at their springings and articulated at the crown with Mesnager-type hinges. This bridge was destroyed during the Spanish Civil War (1936-1939) and subsequently reconstructed to more or less its original form in the nineteen sixties by the Provincial Government of Oviedo to a design authored by Carlos Sánchez del Río, brother of Ildefonso.

The most prominent of Sánchez del Río's designs for bridges that were not built included the deck arch bridge at Soto de los Infantes, likewise for the River Narcea, with arches articulated at the crown, and the bridge over the River Nalón (1929). In the latter, the double arch, which was to span 80 metres, was articulated at the crown with a fibre cement hinge designed by the engineer himself and praised and recommended by his mentor José Eugenio Ribera as an innovative solution (in an article published in the *Revista de Obras Públicas*, 1930). In the reconstruction of the Láneo bridge, Carlos Sánchez del Río used this solution substituting the Mesnager hinge for a fibre cement one.

While he headed the Ministry of Public Works' Directorate General of Roads (1946-1951), Sánchez del Río inspired the construction of a number of bridges, including the bridge over the River Ebro at Haro. This bridge was designed and built by engineer Vicente Roglá Altet, an official with the Bridges Division, in accordance with the Director General's guidelines and ideas. The bridge consists of two plain concrete vaults, tri-articulated with fibre cement hinges.

As José Antonio Torroja notes, the bridge at Láneo was the one that most clearly expressed Ildefonso Sánchez del Río's pioneering ideas.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



PUENTE SOBRE EL RÍO NARCEA



## T4 PUENTES

Ildefonso Sánchez del Río también proyectó varios puentes a lo largo de su vida, aunque tan solo uno de ellos llegó a construirse. Se trata del puente sobre el río Narcea (Concejos de Requejo y Láneo).

Este puente fue construido en el año 1929, y estaba formado por dos arcos paralelos de hormigón armado de 41 metros de luz de vano, y un pontón de avenidas de 8,00 metros, no existiendo así pilas en el cauce del río. El tablero fue ejecutado con una losa continua de hormigón armado colgada de dichos arcos, y volada por fuera de las péndolas. Los arcos no tienen arriostramiento transversal por encima del tablero, y están empotrados en sus arranques y articulados en la clave con rótulas tipo Mesnager. Este puente fue destruido durante la Guerra Civil española (1936-1939), y posteriormente reconstruido, de forma similar, en la década de los años sesenta por la Diputación de Oviedo sobre un proyecto redactado en 1957 por Carlos Sánchez del Río, hermano de Ildefonso.

Entre los puentes proyectados por Sánchez del Río y no construidos destacan el puente en Soto de los Infantes, también sobre el río Narcea, con arcos articulados en la clave, pero de tablero superior, y el puente sobre el río Nalón (1929), con doble arco de 80 metros de luz de vano articulado en la clave con un tipo de articulación mediante rodillo de uralita, diseñada por el propio Ildefonso Sánchez el Río, y que su maestro José Eugenio Ribera comentó y recomendó como solución innovadora en un artículo de la *Revista de Obras Públicas* de 1930. En la reconstrucción del puente de Láneo, Carlos Sánchez del Río aplicó esta solución, sustituyendo la articulación Mesnager por otra de rodillo de uralita.

Durante sus años como director general de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas ( 1946-1951), Ildefonso Sánchez del Río promovió la realización de varios puentes, y entre ellos el puente sobre el río Ebro en Haro. Este puente fue proyectado y construido por el ingeniero de la Jefatura de Puentes Vicente Roglá Altet, siguiendo las ideas y directrices generales de Ildefonso Sánchez del Río. Se trata de un puente formado por dos bóvedas de hormigón en masa, triarticuladas con rótulas de uralita.

Tal y como refiere José Antonio Torroja, fue el puente de Láneo el más claro exponente de las pioneras ideas de Ildefonso Sánchez del Río.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO





## T5 MARKET AT POLA DE SIERO [ 1929-1930 ]

The market at Pola de Siero is indisputably Ildefonso Sánchez del Río Pisón's most original work, a pioneer structure both for the composition of its architecture and its contribution to the development of large-scale reinforced concrete roofs.

Its roof, with its ground level springing, defines the entire space enclosed by the building in one fell swoop. It thus constitutes a "modernist" approach to architectural space whose precedent, in this sole respect, was the dome over Centennial Hall built at Wroclaw, Poland to a design authored by Max Berg and engineers Willi Gehler and Günther Trauer.

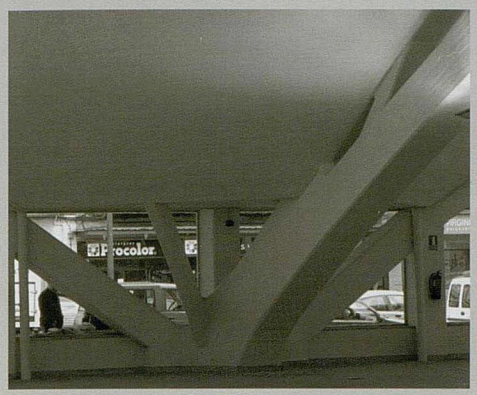
The building plan is an isosceles right-angle triangle, with the main façade defined by the 100-metre long hypotenuse. Its volume is generated by the intersection of two perpendicular paraboloid cylindrical barrel vaults, each of whose long axes is parallel to one of the two sides of the triangle. This spatial arrangement is remarkably similar to the stone ribbed vaults devised by Medieval master builders for Gothic cathedrals. The ingenuity of the design of this reinforced concrete ribbed roof, however, lies in the underlying geometry, which sets it apart from Middle Age predecessors.

The choice of this shape enabled its author both to position all the supports on the perimeter and to use his unique structural design system, which eschewed the complexity of dimensioning continuous surfaces by fragmenting the area to be roofed with arched ribs and filling the gaps between them with thin reinforced concrete severies. The result was a wholly open plan building covering an area of 3 000 square metres. One of the most original features of the roof is its diagonal arch which, positioned at the intersection between the two barrel vaults, absorbs the imbalanced thrust generated by the unsymmetrical triangular plan. By adapting the shape of this (50-metre span) arch to the funicular load curve, Sánchez del Río generated a double intersection arch with a variable cross-section. That avoided the change in geometry inherent in a single arch and the radical change in roof volume that such a solution would have entailed. Sánchez del Rio's ingenious arrangement was the fruit of an in-depth understanding of stability, acquired in his pursuit of the ability to build large reinforced concrete roofs without engaging in the sort of complex engineering that not only deviated widely from the simplicity of graphic static design, but which in the nineteen twenties was neither widespread nor fully developed.

As noted above, the three large reinforced concrete roofs that pioneered the modernist thin concrete shell venture were concluded in 1930. Although the spatial structure for the Pola de Siero market consists of thick arched ribs and no continuous shell-like member, it constituted a milestone in the development of large reinforced concrete roofs when this material was still in the earliest stages of its international development.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO





## T5 MERCADO DE POLA DE SIERO [ 1929-1930 ]

El Mercado de Pola de Siero es sin duda la más original y pionera obra de Ildefonso Sánchez del Río Pisón, tanto por la composición formal de su arquitectura, como por su aportación al desarrollo de las grandes cubiertas de hormigón armado.

Su cubierta de hormigón armado, arrancando desde la cota de suelo, define en un solo gesto la totalidad de la volumetría espacial del edificio. Representa por ello una "Moderna" concepción formal del espacio arquitectónico cuyo precedente, en este único sentido, fue la gran Cúpula de la Sala del Siglo construida en Breslau (Polonia) en 1913-1919 por el arquitecto Max Berg y los ingenieros y los ingenieros Willi Gehler y Günther Trauer.

El edificio se levanta sobre una planta que tiene la forma de un triángulo rectángulo isósceles, situándose su fachada principal en la hipotenusa, cuya longitud total es de 100 metros. La volumetría se genera mediante la intersección de dos cañones cilíndricos parabólicos perpendiculares entre sí, con sus generatrices rectas paralelas, en cada caso, a uno de los dos catetos del triángulo. Una generación espacial muy similar a la de las bóvedas de crucería pétrea construidas por los maestros medievales en las catedrales góticas. Pero es precisamente en la diferente, aunque similar, generación de esta cubierta de crucería de hormigón armado donde radica el ingenio de su diseño.

La elección de esta forma geométrica no solo le permitió utilizar su genuino sistema de diseño estructural, que se alejaba de la complejidad de dimensionado de las superficies continuas, y que se basaba en la fragmentación de la superficie en nervaduras en arco, entre las que se cuelgan finos plementos de hormigón armado, sino que además pudo ubicar todos los apoyos en el perímetro proyectando una planta de 3.000 $m^2$ totalmente diáfana. Una de las mayores originalidades de esta cubierta es la solución estructural que adopta en la resolución del arco diagonal de intersección entre los dos cañones frente a la absorción de los empujes generados no equilibrados por la falta de simetría de la planta triangular. Este arco de intersección (50 metros de luz libre de vano) adopta su forma al funicular de las cargas, convirtiéndose en un arco doble de sección variable, que le permitió obviar el cambio de geometría del arco simple de intersección, hecho que le hubiera llevado a un cambio radical en la volumetría de la cubierta. Una ingeniosa solución, basada en el amplio conocimiento estable, que Sánchez del Río desarrolló a demanda de su interés por capacitarse para construir grandes cubiertas de hormigón armado, obviando la aplicación de complejos cálculos alejados de la sencillez de la aplicación de la estática gráfica, que, además, en la década de los años veinte todavía no habían sido ampliamente difundidos ni desarrollados.

Como hemos dicho anteriormente, en 1930 se inauguraron otras tres grandes cubiertas de hormigón armado, pioneras en este caso de las "Estructuras Laminares de la Modernidad". Aunque la cubierta del Mercado de Pola de Siero cuenta con una estructura espacial de gruesas nervaduras en arco, no tratándose de superficies continuas laminares, representó un indudable y pionero referente para las grandes cubiertas de hormigón armado cuando este material estaba todavía en pleno desarrollo a nivel internacional.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO





PARAGUAS DE LA CORREDORIA, OVIEDO

## T6 UMBRELLAS

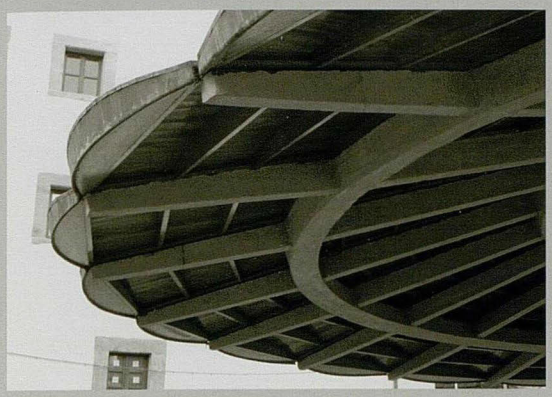
**Reinforced concrete umbrellas** constitute one of the roofing systems characteristic of Ildelfonso Sánchez del Río's pioneering oeuvre, and over the years have become landmarks in the urban fabric of Asturian cities and towns such as Oviedo, Pola de Siero, Olloniego, Corredoria, Lugones and Ciaño.

In the nineteen twenties, as municipal engineer, Sánchez del Río proposed this type of structure for the City of Oviedo as an innovative and inexpensive design for roofing outdoor laundry stations, in light of the area's particularly rainy climate. He was the first to use this type of roof which, despite the geometric and structural differences, is clearly a precursor for the continuous thin concrete shell umbrellas designed and built in Italy by Giorgio Baroni in the nineteen thirties and Félix Candela in Mexico in the nineteen fifties. Sánchez del Río, in fact, designed these members not as a continuous whole, but applying the same structural design that he used in the rest of his ***oeuvre***, which consisted of building a series of reinforced concrete ribs and covering the gaps between them with (in this case) lightweight fibrecement plates 1 cm thick that rested on the ribs. Each umbrella has a reinforced concrete column, generally in the centre, with radial ribs springing from its capital like the rods in an ordinary umbrella and inter-braced with concentric hoops. The cross-sections of the linear reinforced concrete members comprising this skeleton are optimised not only thanks to the specific arrangement of ribs and hoops, but also to the fact that they are covered by thin, very lightweight elements that can be likened to the fabric in umbrellas.

The geometries used by Ildefonso Sánchez del Río in his umbrellas are normally very shallow cones or pyramids that can be readily decomposed into radial rib sequences. These geometries were skilfully chosen, not only because they fulfilled their specific architectural purpose, but also because they could be erected with the kind of structural skeleton that their author could readily engineer and build. Most of these structures date from a time when reinforced concrete was in the early stages of development and before what is internationally regarded as the first thin concrete shell was built at Jena, Germany (1925).



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO





PARAGUAS DE LA LECHE, OVIEDO

## T6 PARAGUAS

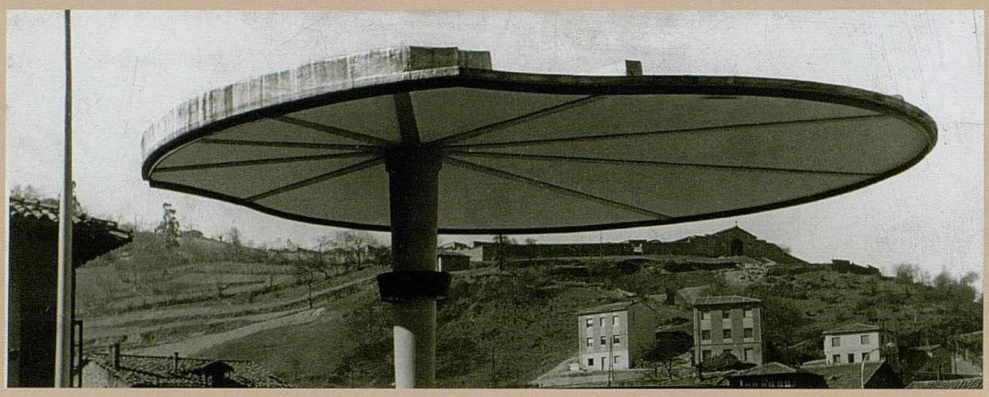
Los **paraguas de hormigón armado** fueron uno de los tipos de cubiertas arquitectónicas características de la pionera obra de Ildefonso Sánchez del Río, que a lo largo de los años se han convertido en hitos de la trama urbana de ciudades y pequeñas poblaciones asturianas, como Oviedo, Pola de Siero, Olloniego, la Corredoria de Lugones, o Ciaño en Langreo.

Este tipo de cubiertas surge en la década de los años veinte del pasado siglo XX, como propuesta innovadora y económica de Ildefonso Sánchez del Río ante el encargo del Ayuntamiento de Oviedo de realizar el diseño de un lavadero tipo, que debía estar protegido de las frecuentes lluvias. Sánchez del Río es el primero en utilizar este tipo de cubierta arquitectónica, que aunque de diferentes características geométricas y estructurales, es sin duda el precedente de los posteriores paraguas de hormigón armado proyectados y construidos en Italia por Giorgio Baroni, en la década de los años treinta, y posteriormente en México por Félix Candela en los años cincuenta, como cubiertas laminares continuas de hormigón armado. En efecto, Ildefonso Sánchez del Río proyectó estos elementos no como una superficie laminar continua, sino siguiendo el mismo proceso de diseño estructural que aplicó en el resto de sus obras, que consistía en generar una superficie formada por un conjunto de nervaduras de hormigón armado sobre las que apoyan, en este caso, piezas ligeras de uralita de 1 cm de espesor, que, a modo de plementería, cierran y completan la cubierta. De esta manera, cada paraguas está formado por un pilar de hormigón armado, generalmente central, dotado de un capitel del que parten las nervaduras radiales a modo de varillas de un paraguas común, cuya luz de vano en vuelo se arriostra mediante una secuencia de zunchos circulares concéntricos que unen todas las nervaduras. Se trata de un esqueleto estructural de elementos lineales de hormigón armado, cuyas secciones resistentes se optimizan no solo por la específica disposición de nervaduras y zunchos, sino por el hecho de estar cubierto por delgadas piezas de escaso peso propio, que semejan la tela de un paraguas.

Las geometrías utilizadas por Ildefonso Sánchez del Río en sus paraguas responden, en general, a superficies cónicas o piramidales muy rebajadas, fácilmente generables mediante su descomposición en secuencias de nervaduras radiales. Unas geometrías hábilmente seleccionadas no sólo para cumplir su específica función arquitectónica, sino también para poder ser ejecutadas con el tipo de esqueleto estructural que Sánchez del Río podía fácilmente dimensionar y construir, en unos momentos en los cuales el hormigón armado estaba en pleno desarrollo y todavía no se había construido, a nivel internacional, la que es considerada como la primera estructura laminar de hormigón armado (Jena, Alemania 1925).



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



PARAGUAS DEL QUIOSCO DE MÚSICA DE CIAÑO, LANGREO

Sánchez del Río designed and built a wide variety of reinforced concrete umbrellas, generated by interlacing their members: column, ribs and severy-like fillers. He sometimes positioned the column eccentrically, such as at Ciaño, or inverted the umbrella geometry, such as in the large-scale central umbrella over the Pola de Siero livestock market, which is concave rather than convex. These variations were later adopted by Félix Candela, albeit with very different geometric shapes, to design his admirable and prolific thin shell legacy.

The umbrellas were usually designed as stand-alone roofs over small laundry stations strategically placed alongside water fountains for the convenience of the townsfolk, such as at Olloniego and Corredoria. The structure over Fuente de Plata at Oviedo has since disappeared (the fountain it once roofed being all that remains). Nonetheless, Sánchez del Río also applied this structure for other uses, such as his famous "milk" umbrella in Oviedo, whose purpose was to provide cover from the rain for the dairy market in a square now informally known as "Umbrella Square", or for the bandstand at Ciaño.

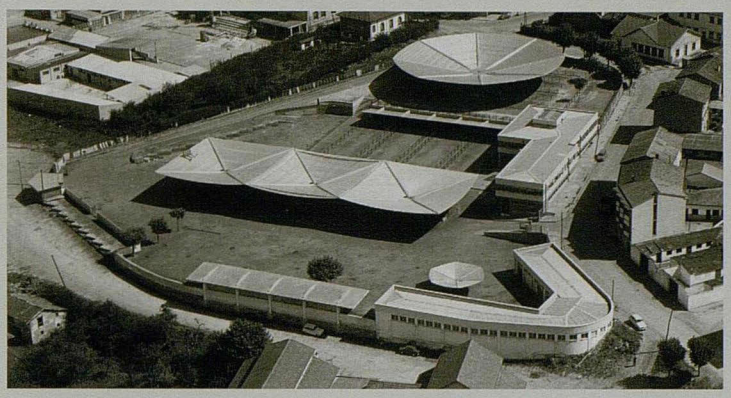
The largest umbrella he ever built roofs the livestock market at Pola de Siero (1971-1972), whose three square outer umbrellas measuring 20 metres on each side surround a central octagonal umbrella 40 metres in diameter. These dimensions were a reference to the 1 250-$m^2$ area that could be ploughed by a pair of oxen in one day, although the measure was no longer in use even then.

Sánchez del Río gradually designed larger and larger reinforced concrete umbrellas: the earliest structures, dating from the nineteen twenties, measured just 8 metres across, whereas the Pola de Siero livestock market, built in the nineteen seventies, has a diameter that spans 40 metres, a dimension never exceeded by a reinforced concrete umbrella anywhere in the world.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO





MERCADO DE GANADO DE POLA DE SIERO, 1971-1972

Ildefonso Sánchez del Río diseñó y construyó una variada gama de paraguas de hormigón armado, generados a base de maclar en el espacio sus elementos –pilar, nervaduras y plemento–, posicionando el pilar, no solo de manera centrada, sino también descentrada, como en el caso del paraguas de Ciaño, o incluso invirtiendo la geometría del paraguas, como en el caso del gran paraguas central del Mercado de Ganado de Pola de Siero, que es cóncavo en lugar de convexo. Variables que posteriormente también utilizó Félix Candela, con muy diferentes formas geométricas, para generar su admirable y prolífero legado laminar.

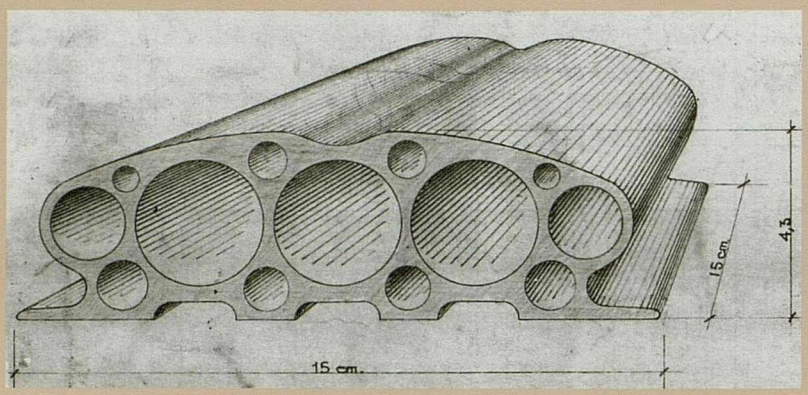
Estas cubiertas fueron proyectadas, en general, como cubrición exenta de cerramientos de pequeños lavaderos ubicados en zonas estratégicas donde se colocaban fuentes de agua para dar servicio a la población, como el lavadero de Olloniego, el de la Corredoria de Lugones, o el de la Fuente de Plata en Oviedo, que ha desaparecido, permaneciendo tan solo el grifo que fue objeto de cubrición. Pero también fueron proyectadas como cubrición de otros usos, como el famoso paraguas de la Leche de Oviedo, cuya función era proteger a las vendedoras de leche en la plaza que hoy se conoce con el nombre de "Plaza del Paraguas"; o el paraguas que sirve de cubrición al Quiosco de Música de Ciaño.

El mayor conjunto de paraguas construido por Sánchez del Río fue el del Mercado de Ganado de Pola de Siero (1971-1972), que estaba formado por tres paraguas de planta cuadrada de 20 metros de lado, y un paraguas central de planta octogonal de 40 metros de diámetro, cuyo tamaño hace referencia a la medida, ya entonces en desuso, que cubre una superficie de unos 1.250 $m^2$, equivalente a lo que era capaz de arar un par de bueyes en un día.

Los paraguas de hormigón armado de Ildefonso Sánchez del Río fueron paulatinamente aumentando de tamaño. Nacieron en la década de los años veinte, con un diámetro de 8 metros, y en la década de los años setenta alcanzaron el récord de 40 metros en el Mercado de Ganado de Pola de Siero, que nunca ha sido superado por ningún paraguas de hormigón armado.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO




## T7 PATENTS FOR FIRED CLAY: STRUCTURAL FLOORS AND ROOFS

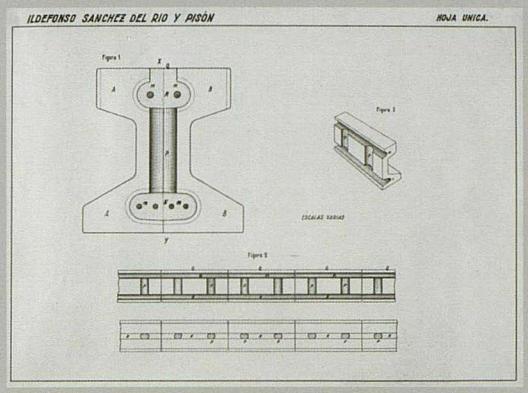
Ildefonso Sánchez del Río Pisón was granted a number of patents for fired clay materials that contributed to the development of structural floors in early twentieth century Spain, and to the creation of new and innovative alternatives for the construction of vaulted roofs.

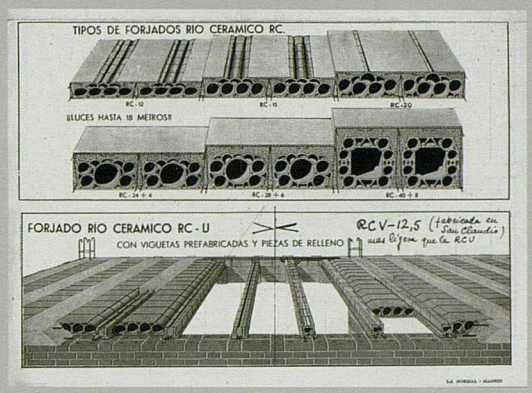
In 1942 he founded his own factory, Río - Cerámica, S.A., where he produced the products he had patented. The ability to control the entire process from the drawing board to worksite assembly enabled him to gradually introduce improvements in these products.

Drawing from both the new possibilities afforded by the incipient use of reinforced concrete and Spain's long tradition and expertise in manufacturing fired clay, Sánchez del Río registered a total of 15 patents for structural floors between 1935 and 1967. These innovations contributed to the growing use of new types of floors that not only fulfilled their bearing function, but rationalised the construction of what had until then been hand-crafted structural members. These patents introduced a wide variety of joists and pan forms for building one-way structural floors. The respective construction systems ranged from flat floors made of reinforced concrete joists and concrete pan forms to floors in which the fired clay elements housed the bending and shear reinforcement which, once cast in concrete, ensured that the member as a whole would attain the necessary bearing capacity. He designed countless types not only of pan forms and joists, but of ancillary components such as uprights that contributed to overall process rationalisation. These elements for structural floors were used all across the country and the entire suite of patents was declared to be of interest by the Directorate General of Architecture.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO




## T7 PATENTES CERÁMICAS: FORJADOS Y CUBIERTAS

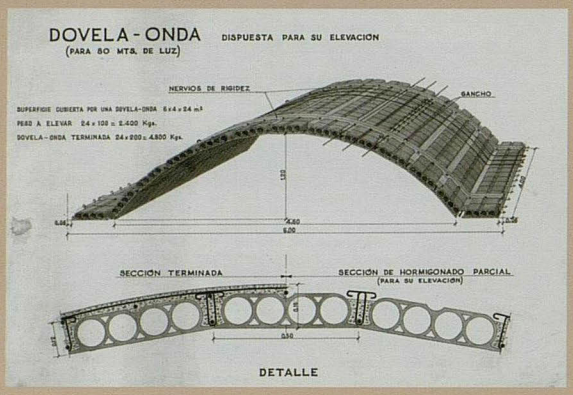
A lo largo de su vida profesional Ildefonso Sánchez del Río Pisón desarrolló diferentes patentes cerámicas, que contribuyeron a la evolución de los tipos de forjados de piso existentes en el mercado español en las primeras décadas del siglo XX, así como a crear nuevas e innovadoras alternativas para la construcción de cubiertas abovedadas.

En el año 1942 creó su propia empresa, Río - Cerámica, S.A., para poder fabricar sus patentes cerámicas. Este hecho le permitió ir evolucionándolas paulatinamente, ya que podía controlar todo el proceso de gestación, proyecto y puesta en obra de sus diferentes piezas.

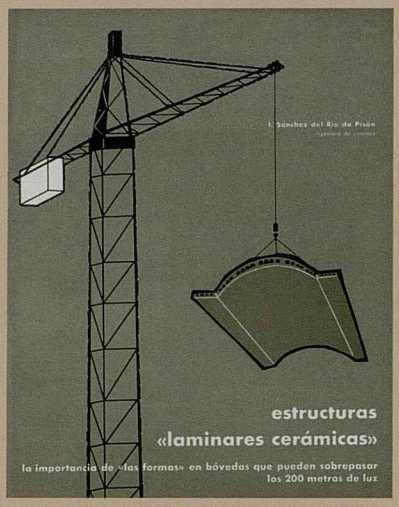
Aprovechando las nuevas posibilidades que ofrecía el incipiente uso del hormigón armado, unido a la tradición cerámica española, Ildefonso Sánchez del Río Pisón registró un total de 15 patentes para forjados entre los años 1935 y 1967. Con ellas contribuyó a generar nuevos tipos de forjados, que no solo garantizaban el cumplimiento de su función portante, sino que además respondían a la necesaria racionalización del proceso de construcción de estos artesanales elementos estructurales de la edificación. El conjunto de estas patentes dio respuesta a la utilización de una variada gama de viguetas y bovedillas para la ejecución de forjados unidireccionales. Desde sistemas de construcción de forjados planos formados por viguetas de hormigón armado con bovedillas de hormigón, hasta forjados ejecutados tan solo con piezas cerámicas diseñadas para albergar las armaduras de flexión y cortante, que una vez hormigonadas dotaban al forjado de su capacidad resistente. Para ello diseñó innumerables tipos de piezas cerámicas que abarcan desde bovedillas a viguetas, así como elementos auxiliares que, como los puntales, contribuyeron a la racionalización total del proceso. El uso de estas patentes para forjados se extendió por todas las provincias españolas, y en su conjunto fueron declaradas de interés por la Dirección General de Arquitectura.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO




DOVELA-ONDA



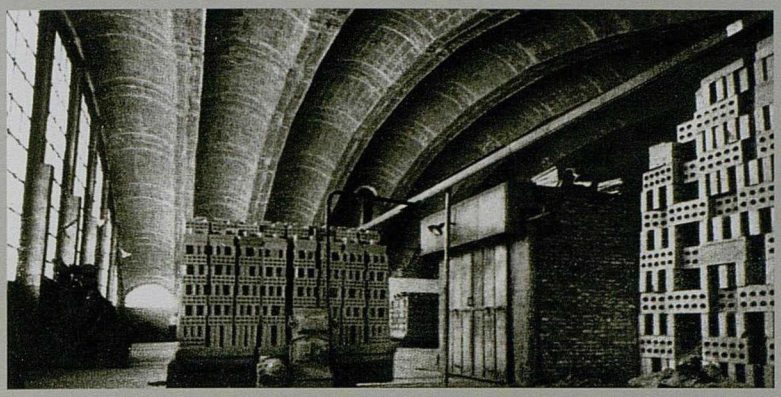

## T8 CORRUGATED ROOFS

The patents for fired clay elements in vaulted roofs followed a very different route, for they were used primarily in Sánchez del Río's own works. Thanks to these elements, his legacy contains a long list of widely varying innovative roofs. Like his umbrellas, his roofs also gradually grew in size, from spans of only a few metres in the early years to 100 metres in the Oviedo Sports Pavilion (1961-1975). The small lightweight fired clay pan forms patented also evolved, with variations in their geometry, depth and lightening process used, depending on the type and size of the vaulted roof where they were to be laid. The most prominent elements were what Sánchez del Río called corrugated voussoirs, used to build his large-span corrugated roofs. In the nineteen fifties, inspired by thin concrete shell maestros such as Freyssinet and Nervi, who had already built corrugated shell roofs, he developed a similar construction system of his own using corrugation to ensure the formal stiffness needed in such members.

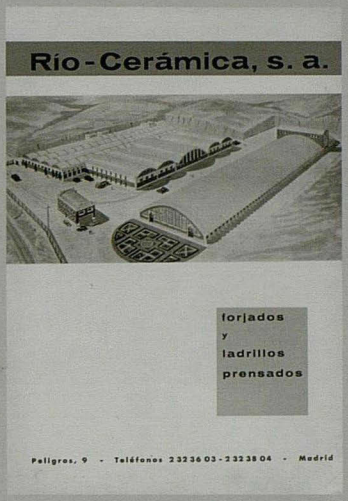
The result, his corrugated voussoirs, were made of lightweight fired clay elements consisting of a vaulted centre and two small straight sections positioned at the edges for readier placement and to house the reinforced concrete ribs cast in between the voussoirs. He used these elements to build the so-called corrugated arches that defined these roofs. The voussoirs were made on site and then hoisted into position. The construction system devised on the basis of these elements earned him acknowledgement for his contribution to the development of modern architecture's thin concrete shells.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FÁBRICA DE RÍO - CERÁMICA EN MADRID



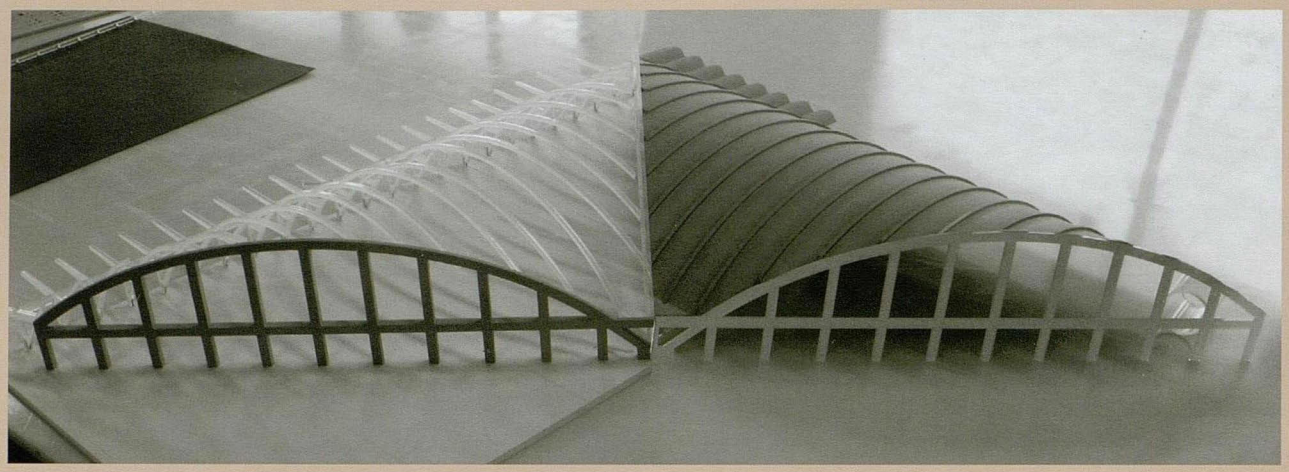

## T8 CUBIERTAS ONDULADAS

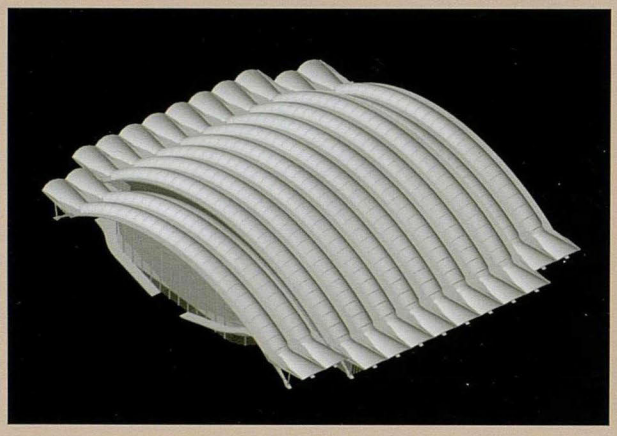
Las patentes cerámicas desarrolladas para cubiertas abovedadas tuvieron un muy diferente destino que las de forjados, ya que protagonizaron en gran medida la propia obra de Ildefonso Sánchez del Río, permitiéndole legarnos un amplio y variado conjunto de innovadoras cubiertas, que, partiendo de escasos metros de luz de vano libre, finalmente alcanzaron los 100 metros en el Palacio de Deportes de Oviedo (1961-1975). Estas patentes fueron también evolucionando la forma de las pequeñas piezas cerámicas aligeradas, que a modo de bovedillas variaban su geometría, canto y tipo de aligeramiento en función de su integración en uno u otro tipo y tamaño de cubierta abovedada. Las piezas más destacables son las por él denominadas dovelas-onda, con las que construyó los arcos-onda que le permitieron realizar cubiertas onduladas de grandes luces. En efecto, en la década de los años 50 Sánchez del Río, imitando a algunos de los grandes maestros de las ***Thin Concrete Shells***, que como Freyssinet o Nervi ya habían construido cubiertas laminares onduladas, desarrolló un sistema constructivo propio para dotar a sus cubiertas de esta específica característica que las dotaba de gran rigidez de forma.

Diseñó así las dovelas-onda, que estaban formadas por piezas cerámicas aligeradas, y cuya geometría se generaba mediante la unión de dos pequeños tramos rectos ubicados en sus extremos para facilitar el apoyo de la pieza y generación de nervaduras, y una parte central abovedada. Con ellas construía los llamados arcos-onda, que definían la total superficie de la cubierta ondulada. Las dovelas-onda se ejecutaban a pie de obra y eran posteriormente izadas a su posición final. La creación de estas piezas le permitió diseñar su propio sistema de construcción, a través del cual obtuvo el reconocimiento de su contribución al desarrollo de las estructuras laminares de la Arquitectura Moderna.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO







## SCALE MODELS

The exhibition includes scale models of three of Ildefonso Sánchez del Río's most prominent works: Oviedo's fourth water tank, the Pola de Siero market and the Sports Pavilion, also in Oviedo.

The scale model for Oviedo's fourth water tank is on loan for this exhibition in honour of Sánchez del Río from the Centre for Public Works Studies and Experimentation (CEDEX). The mock-up was built by Jorge Queipo for the exhibition "Reinforced concrete in Spain (1893-1936)". It shows the storage tank under construction, with its revolving centring that synthesises the close inter-relationship between form and construction process that characterises this structure.

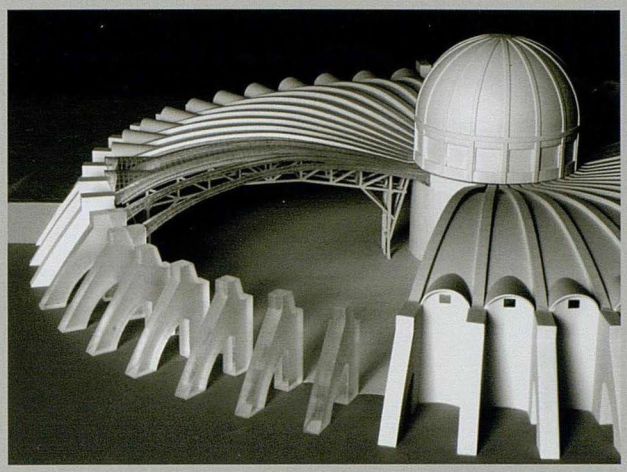
The other two models were explicitly commissioned by the Fundación Juanelo Turriano from HCH MODEL to illustrate the most significant features of these two buildings.

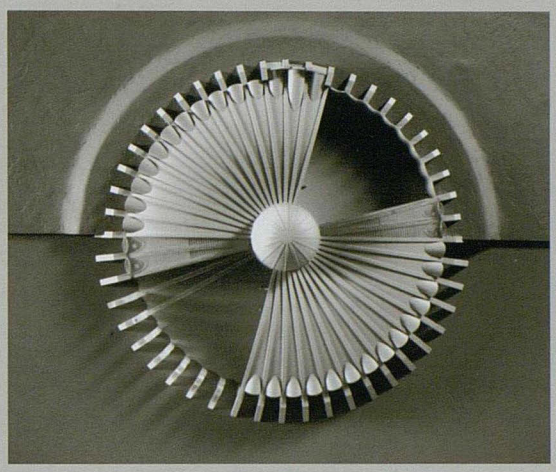
The Sports Pavilion model, on a scale of 1/100, highlights the spatial volume of the corrugated roof, whose 100-m span is the largest ever attained in a cylindrical barrel vault corrugated shell structure. It shows the entire sequence of all the corrugated arches forming the roof. The corrugated voussoirs are also outlined to depict the construction stage prior to when their surface was cast in concrete and enable visitors to better visualise the innovative construction system described above. The extraordinary slenderness of this corrugated roof is clearly perceived in the model, perhaps even more clearly than in the structure itself.

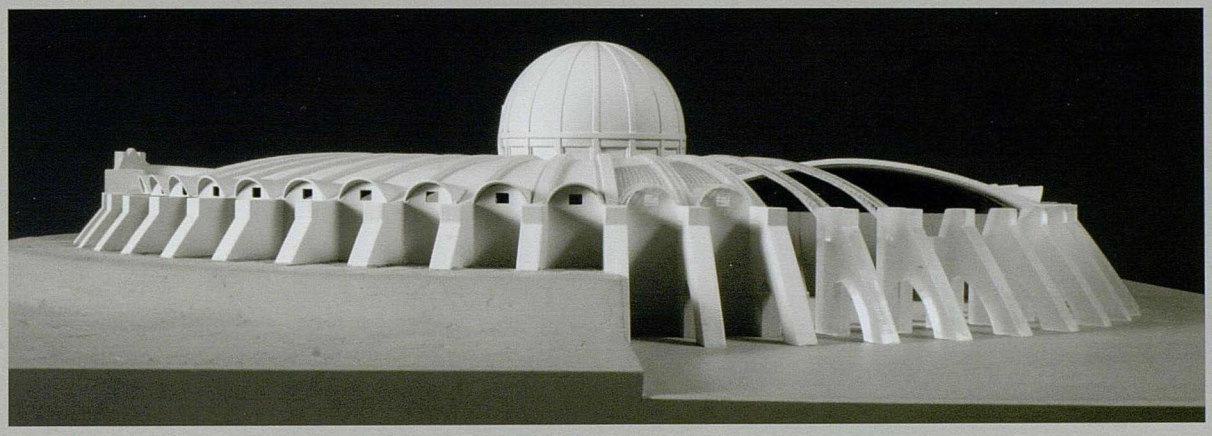
The Pola de Siero market mock-up, in turn, scaled at 1/125, draws the viewer's attention to the 50-metre span composite arch positioned in between the two barrel vaults that define the spatial geometry, for the originality of this roof lies largely in the innovative design of this structural member. For this reason in the scale model the market roof is divided in two along its axis, showing the finished product on one side and its internal structure on the other.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO







## MAQUETAS

La exposición incluye 3 maquetas que corresponden a tres de las obras más importantes realizadas por Ildefonso Sánchez del Río: IV Depósito de Aguas de Oviedo, Mercado de Pola de Siero y Palacio de Deportes de Oviedo.

La maqueta del IV Depósito de Aguas de Oviedo ha sido cedida por el CEDEX para esta muestra homenaje a Sánchez del Río. Se trata de una maqueta realizada por Jorge Queipo para la exposición *Hormigón armado en España (1893-1936)*. Representa el depósito en construcción, lo que permite apreciar la cimbra rotatoria que sintetiza la profunda coherencia entre forma y proceso constructivo que caracteriza esta obra.

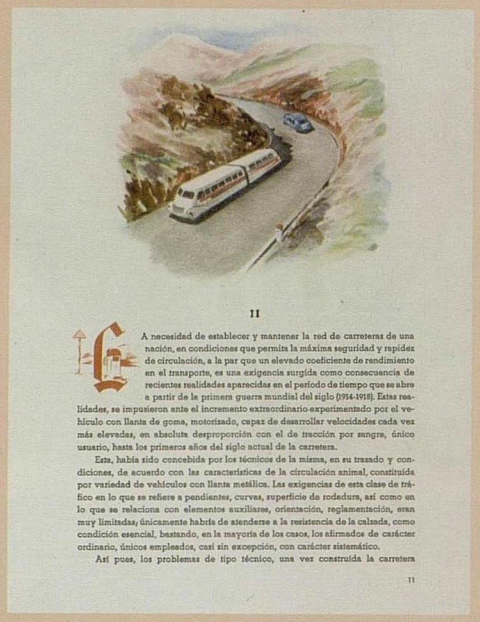
Las maquetas de las otras dos obras han sido encargadas expresamente por la Fundación Juanelo Turriano con la finalidad de mostrar en la exposición los aspectos más relevantes de las mismas, y han sido realizadas por HCH MODEL.

La maqueta del Palacio de Deportes, realizada a escala 1/100, muestra el conjunto de la volumetría espacial de su cubierta ondulada, que fue el récord de luz de vano libre alcanzado por una estructura laminar ondulada de cañón cilíndrico (100 m). En ella se representa la secuencia completa de todos los arcos-onda que definen la cubierta, marcando mediante líneas las diferentes dovelas-onda, representándose así la fase de construcción anterior al hormigonado continuo de su superficie, en un intento de recoger la imagen en la que se basó su innovador sistema constructivo anteriormente explicado. Maqueta en la que se percibe, quizás mejor que en la realidad, la extraordinaria esbeltez de esta cubierta ondulada.

Sin embargo, en el caso de la maqueta de la cubierta del Mercado de Pola de Siero, realizada a escala 1/125, se ha potenciado la visión del arco mixto de 50 metros de luz, que constituye el encuentro entre los dos cañones que generan su geometría espacial, ya que gran parte de la originalidad de esta cubierta está precisamente en el innovador diseño de este elemento estructural. Por esta razón, la cubierta del Mercado de Pola de Siero aparece en la maqueta seccionada por su eje de simetría, reconstruyendo en una mitad el aspecto exterior de su volumetría y en la otra mitad su estructura.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



II

La necesidad de establecer y mantener la red de carreteras de una nación, en condiciones que permita la máxima seguridad y rapidez de circulación, a la par que un elevado coeficiente de rendimiento en el transporte, es una exigencia surgida como consecuencia de recientes realidades aparecidas en el período de tiempo que se abre a partir de la primera guerra mundial del siglo (1914-1918). Estas realidades, se impusieron ante el incremento extraordinario experimentado por el vehículo con llanta de goma, motorizado, capaz de desarrollar velocidades cada vez más elevadas, en absoluta desproporción con el de tracción por sangre, único usuario, hasta los primeros años del siglo actual de la carretera.

Esta, había sido concebida por los técnicos de la misma, en su trazado y condiciones, de acuerdo con las características de la circulación animal, constituida por variedad de vehículos con llanta metálica. Las exigencias de esta clase de tráfico en lo que se refiere a pendientes, curvas, superficie de rodadura, así como en lo que se relaciona con elementos auxiliares, orientación, reglamentación, eran muy limitadas; únicamente habría de atenderse a la resistencia de la calzada, como condición esencial, bastando, en la mayoría de los casos, los afirmados de carácter ordinario, únicos empleados, casi sin excepción, con carácter sistemático.

Así pues, los problemas de tipo técnico, una vez construida la carretera

11



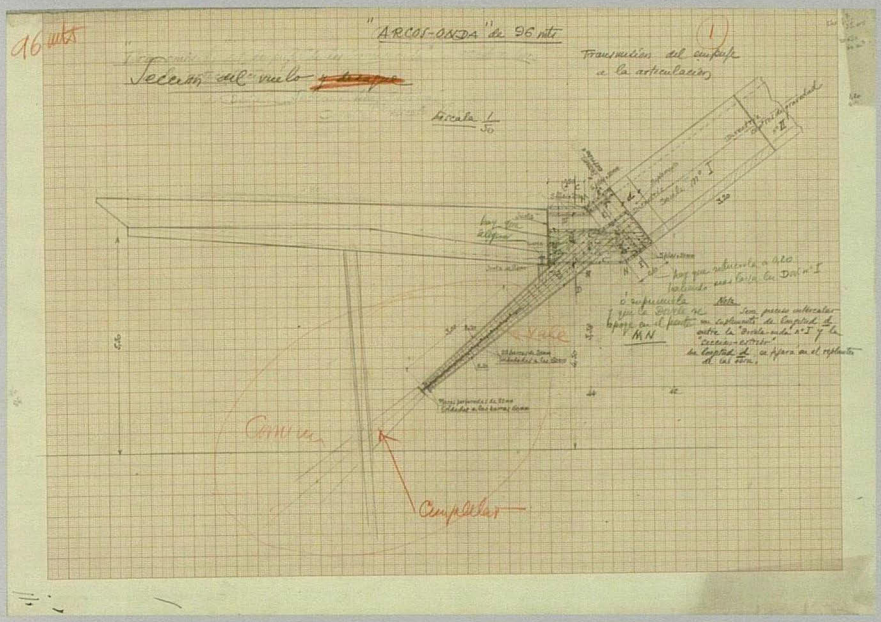

## ORIGINAL DOCUMENTS

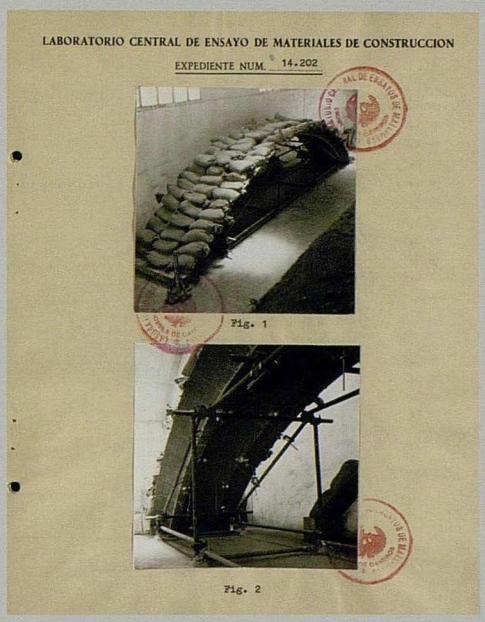
The exhibition also displays a number of original documents, framed or in showcases. Particularly prominent, given their graphic quality, are the onion skin drawings of the Pola de Siero water tank and the Buenavista Stadium grandstands.

Of the collection's many pencil drawings, the examples chosen for display are on millimetre paper and laden with Sánchez del Río's own handwritten notes. The draft manuscript of the specifications for the Sports Pavilion project is likewise pencilled.
Finally, although it does not belong to the family collection, a copy of the deluxe edition of the Road Modernisation Plan, drafted and approved while Sánchez del Río was Director General of Roads, has also been included in the display.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO




## DOCUMENTOS ORIGINALES

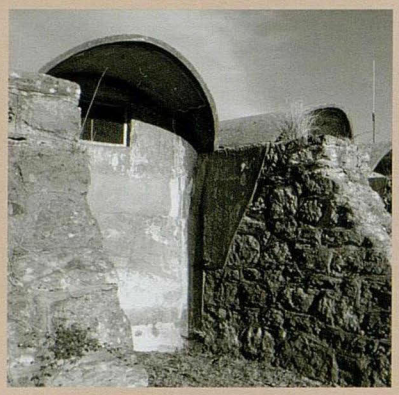
En la exposición se incluyen, en vitrinas o enmarcados, algunos documentos originales, entre los que destacan por su calidad gráfica los planos dibujados sobre papel tela o vegetal del Depósito de Pola de Siero y la Tribuna del Estadio de Buenavista.

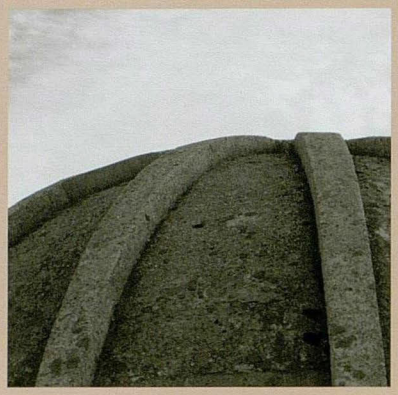
De entre los muchos documentos existentes en el Archivo familiar, se han seleccionado varios ejemplos de croquis a lápiz, realizados sobre papel milimetrado, llenos de notas y correcciones de la mano del propio Sánchez del Río. Igualmente es manuscrito a lápiz el borrador de la memoria del proyecto del Palacio de Deportes.

Finalmente, aunque no pertenece al Archivo familiar, tiene interés un ejemplar de la edición de lujo del Plan de Modernización de Carreteras, redactado y aprobado bajo el mandato de Ildefonso Sánchez de Río como Director General de Carreteras.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO





## THE MATERIAL WEAKNESS OF THE LEGACY

Much of Ildefonso Sánchez del Río Pisón's legacy forms part of the weakest portion of twentieth century architectural heritage. On the one hand, his structures were built in the early years of reinforced concrete development, when "durability" and mandatory quality control of the on-site material were still unknown concepts. And on the other, many of the shells built by Sánchez del Río are only a few centimetres thick: the roof over the Pola de Siero market (today the town bus station), for instance, measures only 3.5 cm.

Since this legacy is consequently exposed to material decay, it is in need of suitable maintenance, conservation and restoration. The reason, in fact, for the weakness of what are internationally known as thin concrete shells is that they are exactly that: thin and made of reinforced or prestressed concrete, whose characteristics were largely unknown by contemporary engineers.

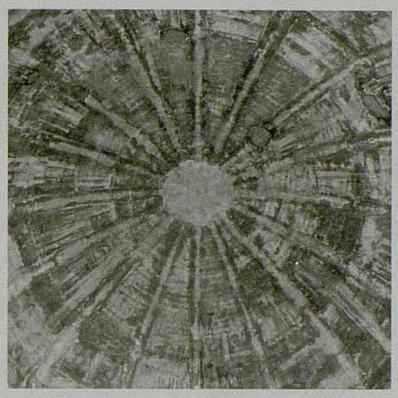
Modernist architecture's construction of thin shells was a veritable feat. These members were built when reinforced and prestressed concrete were new and practically unknown materials and evolved along with the material itself, long before its specific characteristics, best engineering practice, placement methods or ageing were fully understood. The first reinforced concrete shell was built in Jena, Germany, in 1925. Freyssinet's first patent for prestressed concrete was not registered in Paris until 1928. The first Spanish building code for the material was approved in 1939. The **International Association for Shell Structures (IASS)**, created to publicise and debate about the development of thin concrete shells and teach the techniques involved in their engineering, was founded by Eduardo Torroja in 1959. And concrete quality controls were not mandated in Spain, Italy, Greece or many other European countries until the nineteen seventies, when the construction of thin concrete shells had all but disappeared.

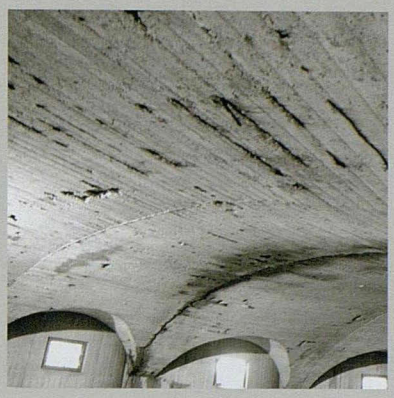
As this gradual chain of events infers, a wide variety of types of concrete was manufactured in the modernist era, each with its own specific composition and dosage. The nature of the aggregate used is largely unknown today, given the lack of standardised control that prevailed at the time. Moreover, the slenderness of these shells makes them highly vulnerable to decay. This is particularly true of the members made of reinforced concrete, for prestressing ensures greater compression on the shell surface, thereby preventing the appearance of shrinkage cracks.

In addition, the reinforcement in thin shells has a small cross-section and a necessarily narrow cover, intensifying decay by favouring reinforcement rusting and corrosion, especially in polluted urban environments. In the period when concrete and these thin structures were developing in parallel, standards varied from one country to the next: as a rule, thinner shells and covers were allowed in European than in American structures. The 3.5-cm thick shells built by Ildefonso Sánchez del Río, the 4-cm structures erected by Félix Candela in Mexico or the 6-8-cm members constructed by Eduardo Torroja, Pier Luigi Nervi, Hossdorf and others are more vulnerable to ageing and rapid decay than the works designed by Saarinen, Tedesc and others in the United States, where the minimum thickness at the crown was 15 cm.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO





## DE LA DEBILIDAD MATERIAL DEL PATRIMONIO LEGADO

Gran parte del patrimonio legado por Ildefonso Sánchez del Río Pisón pertenece al más débil Patrimonio de la Arquitectura del siglo XX, ya que se trata, por una parte, de estructuras ejecutadas durante el desarrollo del hormigón armado cuando todavía se desconocía incluso el significado de la "durabilidad" y tampoco existían controles obligatorios de las características de este material durante su puesta en obra. Por otra parte, muchas de las estructuras laminares construidas por Sánchez del Río cuentan con escasos centímetros de espesor, que, como en el caso de los Paraguas del Mercado de Ganado de Pola de Siero, actual Estación de Autobuses, tan solo alcanzan 3,5 cm.

Se trata pues de un legado expuesto a una gran degradación material que demanda su adecuado mantenimiento, conservación y restauración. En efecto, es necesario tener presente que el germen de debilidad de las internacionalmente conocidas como ***Thin Concrete Shells*** es precisamente el hecho de que lo sean. De que sean ***Thin*** –delgadas– y de que estén construidas con ***Concrete*** –hormigón–, ya sea armado o pretensado, debido a que en el momento en el que se construyeron, se trataba todavía de un material nuevo en gran medida desconocido.

La construcción de las Estructuras Laminares de la Arquitectura Moderna fue realmente una hazaña. Se realizaron cuando el hormigón armado y el hormigón pretensado eran unos nuevos y casi desconocidos materiales, y fueron evolucionando al compás del propio desarrollo del material, antes de que fueran plenamente conocidas sus características específicas, sus más apropiados métodos de cálculo y puesta en obra, su envejecimiento... Baste recordar que la primera Estructura Laminar de hormigón armado se construyó en Jena (Alemania) en el año 1925, que hasta el año 1928 no fue registrada por Freyssinet, en París, la primera patente de hormigón pretensado, que la primera instrucción de hormigón armado se aprobó en España en el año 1939, que la creación de la **International Association for Shell Structures**, **IASS**, nacida para velar por la difusión, enseñanza, debate y desarrollo de las ***Thin Concrete Shells***, no fue fundada por Eduardo Torroja hasta el año 1959, y que el control de la calidad del hormigón en España, Italia, Grecia y otros muchos países de Europa no se estableció como obligatorio hasta mediados de los años 70, momento en el cual, paulatinamente, empezaron a dejar de ser construidas las ***Thin Concrete Shells***.

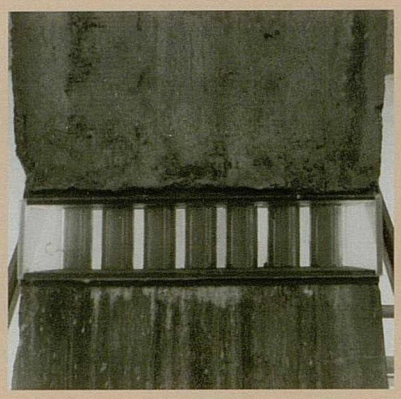
De esta sucesión gradual y encadenada de acontecimientos, se desprende la patente realidad de que existe una gran variedad de tipos de hormigón fabricados durante la Modernidad, que contaban con unas específicas composiciones, dosificaciones y tipos de áridos que nos son desconocidos, en gran medida, por la falta de control de calidad normado en el momento de su construcción. Por otra parte, la delgadez de estas láminas las hace mucho más susceptibles al deterioro, fundamentalmente en aquellas construidas con hormigón armado, mientras que la aportación del pretensado garantiza una mayor compresión de la superficie laminar, evitando la aparición de fisuraciones por retracción.

Por otra parte, las armaduras de las Estructuras Laminares cuentan con una escasa sección nominal y escasos recubrimientos, hecho que agrava su deterioro con el paso del tiempo, ya que se favorecen los procesos de oxidación y corrosión de sus armaduras, fundamentalmente en un entorno de ciudad polucionada. A lo largo de esta experiencia, en la que se desarrollaron paralelamente el hormigón y estas estructuras laminares, las normas establecidas en los diferentes países también fueron distintas, permitiéndose menores espesores y recubrimientos en la construcción de la estructuras laminares europeas que en las norteamericanas. Indudablemente, las láminas construidas con 3,5 cm de espesor por Ildefonso Sánchez del Río, las de 4 cm de espesor de Félix Candela en México, o las de 6 a 8 cm construidas por Eduardo Torroja, Pier Luigi Nervi, Hossdorf... son más susceptibles de envejecer con rápidos deterioros que las proyectadas en los Estados Unidos de América, con espesores mínimos de unos 15 cm en clave, por Saarinen o Tedesko.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO





The weakness of thin concrete shells, now visible in most of them, calls for speedy conservation measures. Their partially exposed reinforcement and the stains on their concrete denote steel rusting or corrosion. Many of the institutions, associations and professionals who champion this architecture have been raising their voices for years in defence of immediate action. While a substantial number have been restored, much has yet to be done, because the inventory of these works alone cannot ensure that they will remain as physical elements in our cityscapes rather than as mere intangible fragments of historic memory.

The scientific literature available in 2011, well into the twenty-first century, is studded with research that has served as a basis for the development of today's reinforced and prestressed concrete. In light of the obvious need to conserve structures that form part of the heritage of modernist architecture, contemporary society would be both irresponsible and self-contradictory if it acted as if it still believed that concrete is the material with "unlimited durability" it was famously claimed to be in early twentieth century campaigns to promote the use of Hennebique's patent.

*"Build with reinforced concrete. An inflammable, rot-proof material with unlimited durability, that requires practically no upkeep."*

In light of the international concern about this "weak legacy" and the rest of the twentieth century's architectural heritage, in June 2011 the Polytechnic University of Madrid's School of Architecture hosted an ***International Conference on Intervention Approaches for the 20th Century Architectural Heritage***. The conference conclusions are set out in what has been called the "Madrid Paper".

Perhaps the most important, albeit foreseeable, conclusion is that the present neglect must be remedied. Specific protocols whose revision is mandatory must be established, along with the control and upkeep of the concrete in thin shells that have been inventoried in countries around the world. In the interim, however, the problem needs to be confronted and action taken as if these protocols were already in place.

Whilst some of Ildefonso Sánchez del Río Pisón's works, such as the Pola de Siero market, have already been restored and others are under study for subsequent restoration, it can only be hoped that this exhibition, organised as a tribute to his legacy, will contribute to the recovery of many others that presently stand in oblivion.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO





La debilidad de las ***Thin Concrete Shells*** se ha hecho patente en la mayor parte de ellas, demandando una rápida actuación de conservación. Las armaduras han quedado parcialmente visibles y las manchas de óxido en el hormigón anuncian el proceso de oxidación y/o corrosión que están sufriendo. Son muchas las instituciones, asociaciones y profesionales amantes de esta arquitectura que llevan ya años haciendo oír sus voces en defensa de una pronta actuación de conservación, y aunque se ha restaurado gran número de ellas, todavía hay un amplio camino por recorrer si es que queremos que su previa catalogación sirva para que permanezcan en el paisaje del territorio, y no solo en el recuerdo.

Es un contrasentido irresponsable que, iniciado el siglo XXI, tras las investigaciones científicas realizadas, que han sido la base de la evolución alcanzada hoy por el hormigón armado y pretensado, la sociedad actúe, frente a la necesaria conservación del hormigón que forma parte del Patrimonio de las Estructuras Laminares de la Arquitectura Moderna, como si todavía creyéramos en la célebre propaganda que se hizo a principios del siglo XX para difundir el uso de la patente de Hennebique, en la que se decía que el hormigón era un material de "durabilidad ilimitada".

*Haga sus estructuras de Hormigón Armado.*
*Un material incombustible, imputrescible, y de duración ilimitada, prácticamente sin mantenimiento.*

La preocupación internacional sobre este "débil legado" y el resto de la Arquitectura patrimonial del siglo XX ha llevado a la organización, en el mes de junio de 2011, de unas jornadas internacionales, celebradas en Madrid, en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica, bajo el título ***International Conference Intervention Approaches for the 20th Century Architectural Heritage***, cuyas conclusiones han sido recogidas en el denominado "Documento Madrid".

Tal vez la conclusión más importante, aunque sabida de antemano, es que es necesario acabar con el "abandono" y formular protocolos específicos de obligada revisión, así como actuaciones de mantenimiento y control del hormigón de las Estructuras Laminares que han sido catalogadas en todos los países. Pero mientras éstos llegan, debemos tomar conciencia del problema y actuar como si ya hubieran llegado.

Aunque algunas de las obras de Ildefonso Sánchez del Río Pisón han sido ya restauradas, como el Mercado de Pola de Siero, y otras están siendo objeto de análisis para su posterior restauración, esperamos que esta exposición, realizada en homenaje a su legado, contribuya a que otras muchas, ahora olvidadas, sean pronto también objeto de recuperación.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

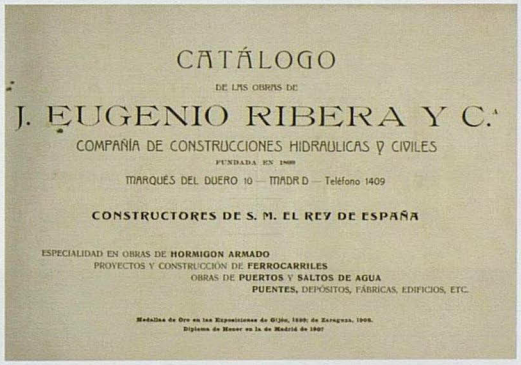


FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

# BREVE CRÓNICA DE UN INGENIERO BOHEMIO

BERNARDO REVUELTA POL

Ildefonso Sánchez del Río Pisón nació en Haro, La Rioja, en 1898. Tras realizar sus estudios de enseñanza media en la Institución Libre de Enseñanza y en el Instituto Cardenal Cisneros de Madrid, se graduó en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en 1922. Primera etapa de su vida que coincide con la introducción y consolidación en España de un nuevo material de construcción, el hormigón armado, que va a desempeñar un papel fundamental en la actividad profesional del ingeniero riojano. Protagonistas de la época pionera del hormigón fueron Juan Manuel Zafra y Eugenio Ribera, profesores de Sánchez del Río en la Escuela y a los que él definiría como "glorias de la ingeniería española" [ FIGS. 1 y 2 ].


CATÁLOGO

DE LAS OBRAS DE

J. EUGENIO RIBERA Y C.ª

COMPAÑÍA DE CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS Y CIVILES

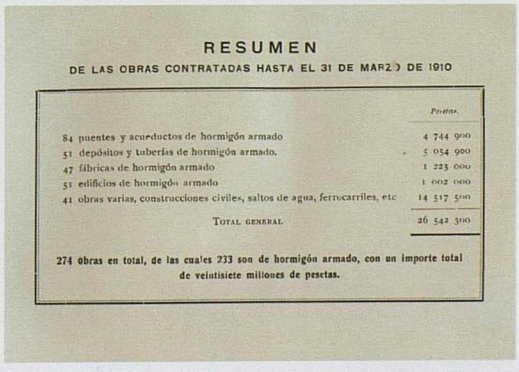
FUNDADA EN 1900

MARQUÉS DEL DUERO 10 — MADRID — Teléfono 1409

CONSTRUCTORES DE S. M. EL REY DE ESPAÑA

ESPECIALIDAD EN OBRAS DE **HORMIGON ARMADO**
PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN DE **FERROCARRILES**
OBRAS DE **PUERTOS Y SALTOS DE AGUA**
**PUENTES,** DEPÓSITOS, FÁBRICAS, EDIFICIOS, ETC.

Medallas de Oro en las Exposiciones de Gijón, 1899; de Zaragoza, 1908.
Diploma de Honor en la de Madrid de 1907


RESUMEN

DE LAS OBRAS CONTRATADAS HASTA EL 31 DE MARZO DE 1910

| | Pesetas. |
|---|---|
| 84 puentes y acueductos de hormigón armado | 4 744 900 |
| 51 depósitos y tuberías de hormigón armado. | 5 054 900 |
| 47 fábricas de hormigón armado | 1 223 000 |
| 51 edificios de hormigón armado | 1 002 000 |
| 41 obras varias, construcciones civiles, saltos de agua, ferrocarriles, etc | 14 517 500 |
| TOTAL GENERAL | 26 542 300 |

**274 obras en total, de las cuales 233 son de hormigón armado, con un importe total de veintisiete millones de pesetas.**

FIGURAS 1 Y 2. CATÁLOGO PUBLICITARIO DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA DE EUGENIO RIBERA, PUBLICADO HACIA 1910. BIBLIOTECA DE LA FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

DETALLE DEL ARCO DIAGONAL DEL MERCADO DE POLA DE SIERO. FOTOGRAFÍA DE PEPA CASSINELLO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

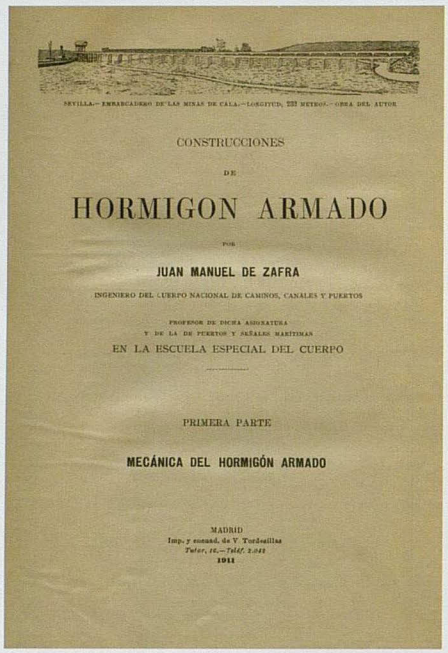



FIGURA 3. EL PRIMER TRATADO ESPAÑOL SOBRE EL HORMIGÓN ARMADO, OBRA DE JUAN MANUEL ZAFRA. BIBLIOTECA DE LA FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

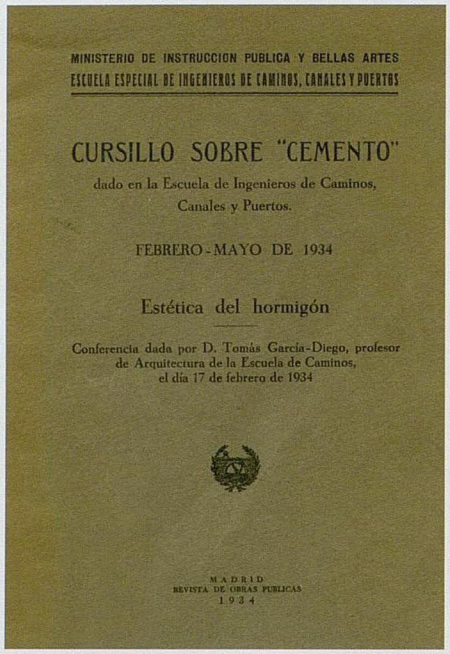



FIGURA 4. DESDE SU CÁTEDRA DE LA ESCUELA DE CAMINOS, TOMÁS GARCÍA-DIEGO DEFENDIÓ LAS CUALIDADES ESTÉTICAS Y NO SÓLO UTILITARIAS DEL HORMIGÓN ARMADO. BIBLIOTECA DE LA FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

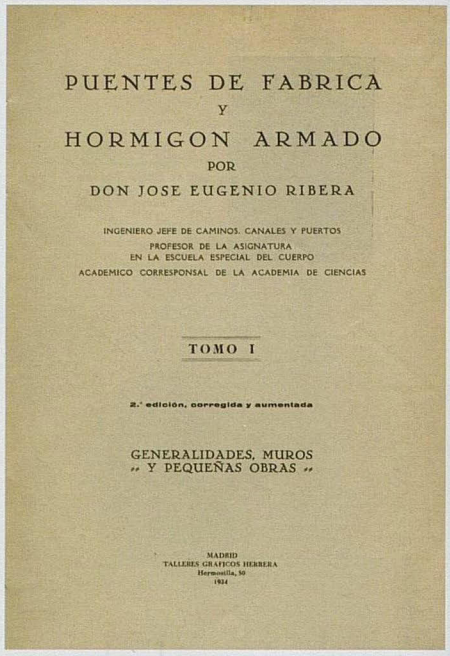
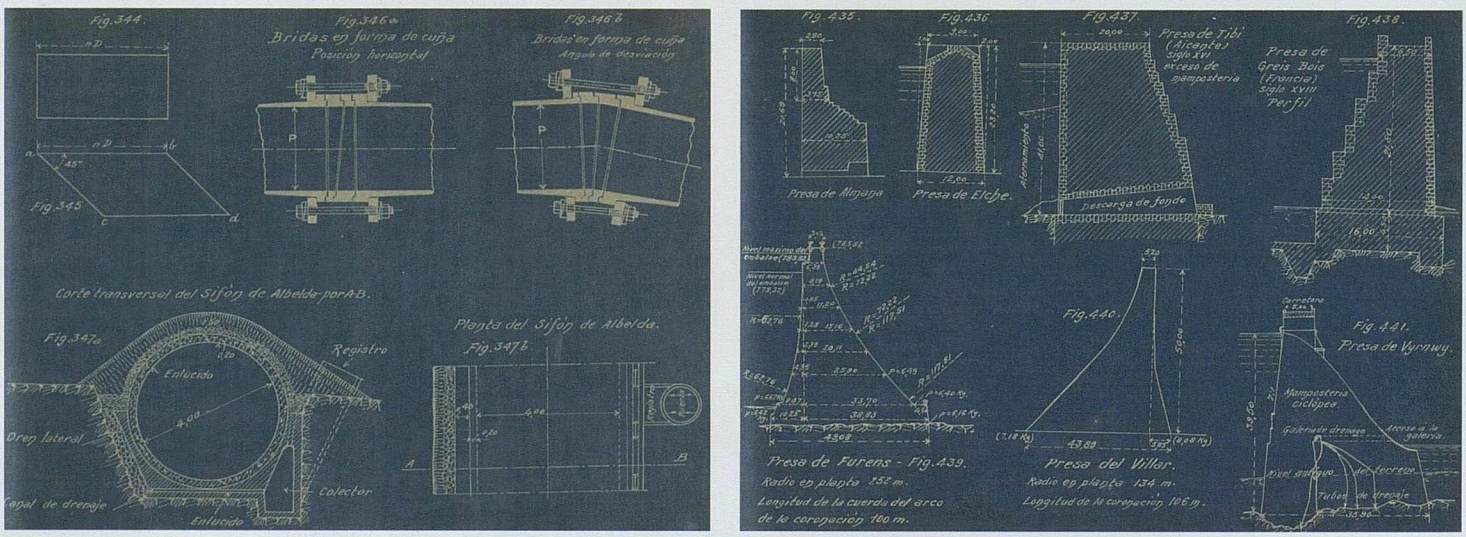



FIGURA 5. UNO DE LOS LIBROS DE TEXTO DE EUGENIO RIBERA, PROFESOR DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS DESDE 1918. BIBLIOTECA DE LA FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Cuando inició sus estudios superiores el uso del hormigón ya era algo generalmente aceptado por ingenieros, arquitectos y constructores, muchos de los cuales veían en él no sólo un medio para acometer obras de magnitud y dificultad hasta entonces insalvables, sino también un signo de modernidad y progreso. Es significativo a este respecto lo que el propio Sánchez del Río escribe al justificar el empleo del hormigón en los tabiques divisorios del proyecto de 1930 para el Depósito de agua de Madrid, diciendo que así construidos pueden resultar "más en armonía con las disposiciones constructivas del año en que se vive" [ FIGS. 3, 4 y 5 ].

Sánchez del Río terminó la carrera con 24 años, lo que nos dice que fue un buen estudiante, aprobando curso por año, aunque no extraordinariamente brillante desde el punto de vista académico, siendo el número 34 de su promoción, compuesta por un total de 45 ingenieros [ FIGS. 6 y 7 ].

A partir de ese momento, comienza una dilatada trayectoria profesional que se desarrolló a lo largo de casi exactamente medio siglo. Entre 1970 y 1975 se inauguraron sus últimas obras: los paraguas




FIGURAS 6 Y 7. CUADERNO DE APUNTES DE HIDRÁULICA DEL CURSO 1921-1922. PROPIEDAD DE ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

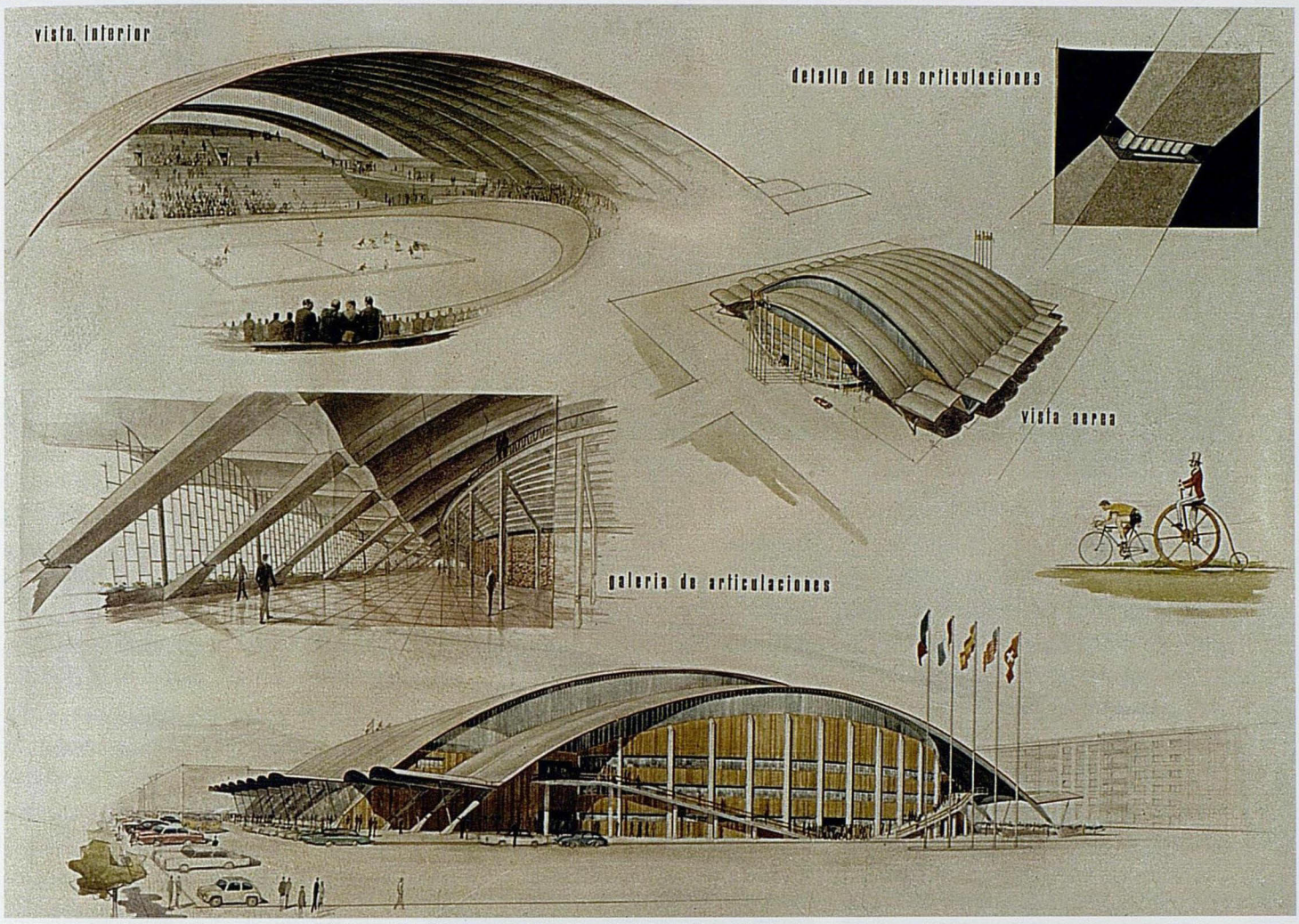



FIGURA 8. CARTEL PUBLICITARIO DEL PROYECTO DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO

del Mercado de Ganado de Pola de Siero y la que para él fue su más querida o al menos considerada más importante realización, el Palacio de Deportes de Oviedo [ FIG. 8 ].

En estos cincuenta años Ildefonso Sánchez del Río abarcó casi todas las actividades al alcance de un ingeniero de su época. Trabaja en la Administración, tanto la local como la central, es empresario, inventor, colabora regularmente en las revistas técnicas, pero es sobre todo proyectista, y en cierta manera constructor, de obras de muy variada índole. La docencia es el único campo profesional relevante del que permaneció ausente.

Esta actividad conforma un amplio y variado paisaje, en el que sobresalen como hitos singulares unas cuantas obras, no muchas, en las que la originalidad creadora de Sánchez del Río se manifiesta más plenamente, y de las que se hablará con detalle en otros lugares de este libro. Ya en 1922, recién salido de la Escuela, fue nombrado ingeniero del puerto de San Esteban de Pravia y pronto redactó proyectos de instalaciones portuarias, como el realizado para el puerto de Cudillero en 1923, entre otros trabajos propios de su cargo. Pero su gran oportunidad surgió a raíz de su nombramiento en 1924 como ingeniero municipal de Oviedo, puesto en el cual desarrolló una intensa actividad aprovechando eficazmente las ocasiones que se le presentaron para la realización de trabajos más singulares, no sólo en la ciudad de Oviedo sino en otros municipios asturianos, destacando especialmente los que realizó en Pola de Siero. Coincide en Oviedo con José María Fernández Ladreda, militar y científico, alcalde de la ciudad de 1924 a 1926, y que más tarde, al ser nombrado ministro de Obras Públicas en 1945, llevaría a Sánchez del Río a la Dirección General de Caminos.

Ya desde un primer momento destaca en la actitud profesional del joven ingeniero el interés y cariño con el que acomete



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 9. PLAZA DEL PARAGUAS DE OVIEDO EN LA ACTUALIDAD



FIGURA 10. PARAGUAS DE LA LECHE

proyectos de obras de menor importancia. En ellas parece sentirse libre incluso para expresar en el proyecto ciertos rasgos de humor. El caso modélico de esta alegría proyectiva es una obra temprana, el Paraguas proyectado y construido en 1925 para proteger de la lluvia un puesto callejero de venta de leche. Esta obra menor se ha convertido en un pequeño hito urbano de la hermosa y cuidada capital del Principado, hasta el punto de que la plaza donde se yergue se terminó llamando Plaza del Paraguas, y ese nombre conserva hasta hoy. En 1931 publicó en la *Revista de Obras Públicas* un ameno artículo explicando la génesis y desarrollo del proyecto [ FIGS. 9 y 10 ].

De su lectura se deduce la existencia de unas constantes en el proceso del proyecto que pueden identificarse asimismo en otras obras suyas. En última instancia sobresale un afán de simplificación, tanto de los términos del problema a resolver como de los medios utilizados para llegar a la solución. Esta economía de medios puede aplicarse tanto a las diversas fases del proceso del proyecto, procurando eludir la necesidad de hacer cálculos complejos, "molestos", como en la elección de materiales y procedimientos constructivos. Cree irrenunciable conseguir la "constructividad" de la obra, que define como el "conjunto de causas y de hechos que hacen que la obra pueda realizarse en condiciones óptimas". Así, una vez definido el problema en su más desnuda esencia, podrá llegar a la solución mediante una lógica regida por los principios de utilidad, constructividad y economía. Para Sánchez del Río, la belleza del resultado se dará por añadidura, como consecuencia necesaria de lo anterior. En esto contrasta aparentemente con Eduardo Torroja, que contemplaba las consideraciones estéticas como una más de las premisas de partida que había que tener en cuenta a la hora de encarar un proyecto. Decimos aparentemente porque como veremos en las memorias y artículos en los que Sánchez del Río explica sus obras, se transluce que también los factores estéticos y expresivos intervienen en su proceso proyectivo, por más que insista en las cuestiones funcionales, constructivas o económicas.

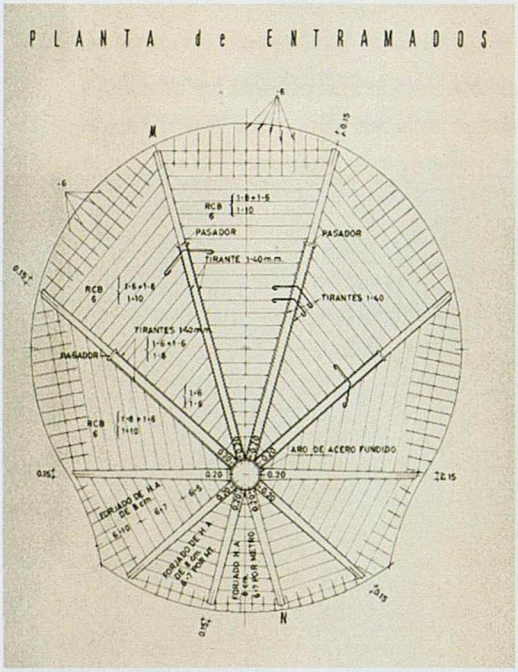



FIGURA 11. PLANTA DE ARMADURAS DE LA MARQUESINA DEL QUIOSCO DE MÚSICA DE LANGREO

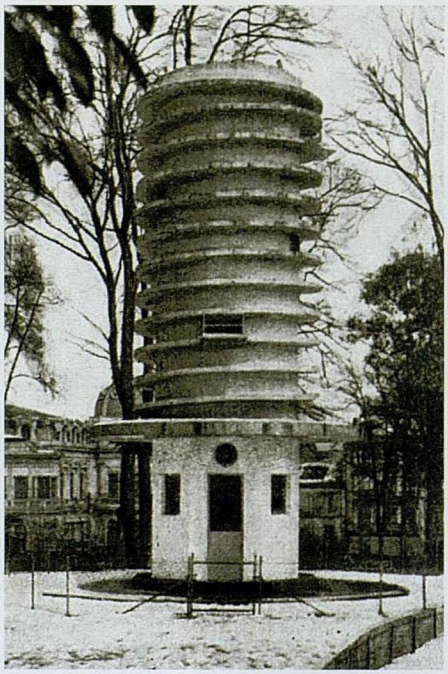


FIGURA 12. PALOMAR EN FORMA DE TORNILLO, OVIEDO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

El éxito de esta estructura urbana motivó que el tipo se repitiera en varias ocasiones, tanto en Oviedo como en sus alrededores. Hacia el final de su vida profesional Sánchez del Río retomó el tema del paraguas, con los realizados para el Mercado de Ganado de Pola de Siero, aunque éstos tienen características bastante diferentes a las de los primeros. Entremedias construyó el Quiosco de Música de Langreo, en colaboración con el arquitecto Julio Galán. El cálculo de la marquesina que se apoyaba en una columna excéntrica les obligó a emplear "más horas de trabajo que en otras [obras] mucho más importantes". Quizás el resultado no fuese todo lo conseguido que ese esfuerzo merecía [ FIG. 11 ].

Para completar la relación de estas obras menores, y sin embargo tan personales, debemos mencionar el palomar realizado en hormigón en masa y con forma de tornillo, también en Oviedo. Fue construido hacia 1934, pero desapareció al final de los años sesenta [ FIG. 12 ]. Todavía podemos contemplar, sin embargo, el pequeño depósito elevado de agua en forma de copa situado en Carbayín, en el término municipal de Pola de Siero. [ FIGS. 13 y 14 ]

Como es fácil de entender, no son las obras citadas, aunque despierten nuestra curiosa admiración, las que sustentan la importancia de Ildefonso Sánchez del Río como ingeniero, sino otras de mayor entidad, de las cuales la primera y probablemente más decisiva en su carrera fue el IV Depósito de Aguas de Oviedo [ FIGS. 15 y 16 ].

Este proyecto se redactó entre los años 1926 y 1927, iniciándose la construcción

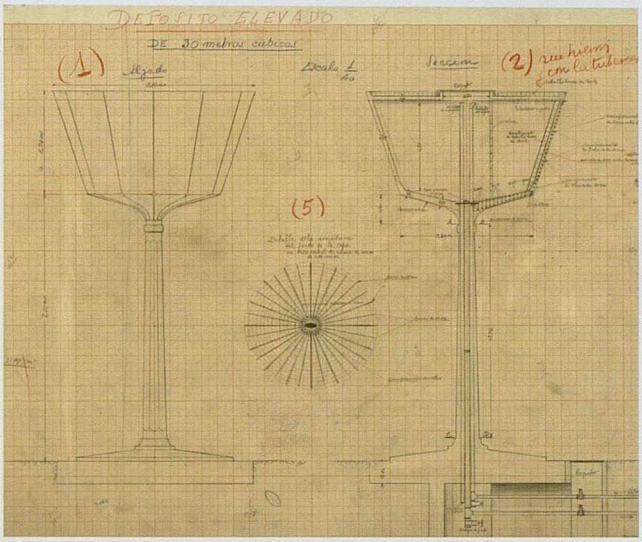
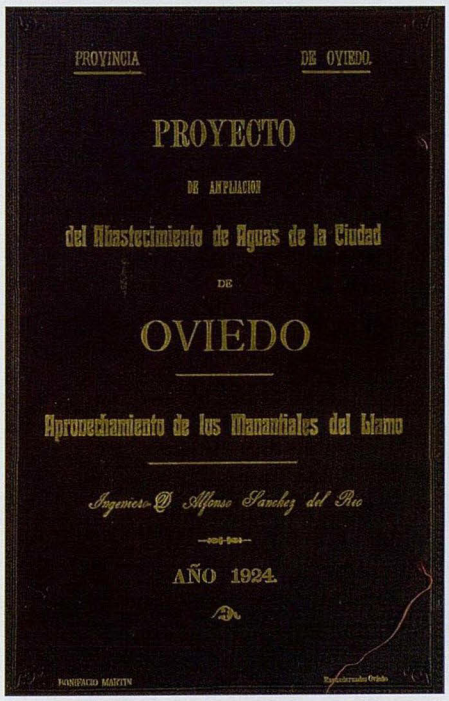


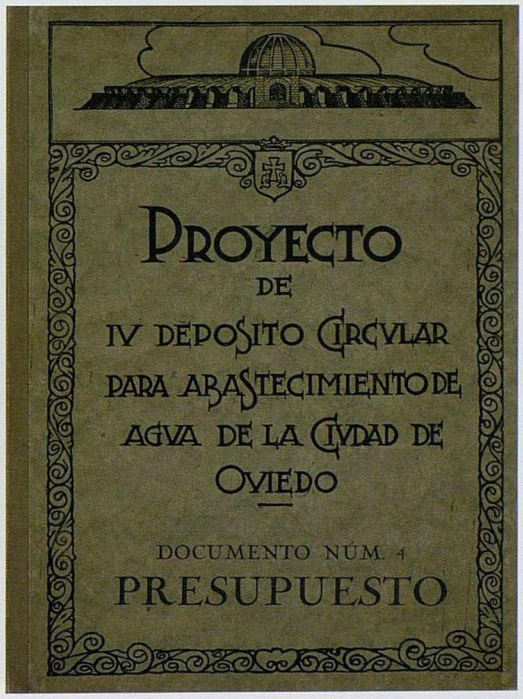

FIGURA 13. CROQUIS A LÁPIZ DEL DEPÓSITO ELEVADO DE CARBAYÍN, POLA DE SIERO



FIGURA 14. FOTOGRAFÍA ACTUAL DE LA COPA DE CARBAYÍN

en 1928. Ya previamente Sánchez del Río había acometido la realización de otro depósito en Oviedo, el Tercero, adosado al Segundo, que había proyectado Eugenio Ribera en 1904, siendo de hecho una ampliación del mismo. En este caso Sánchez del Río se había acomodado a la tipología del anterior, formado por pórticos de vigas rectas y columnas. Pero en el nuevo encargo se vio libre para adoptar planteamientos originales, abandonando "las formas corrientes, por considerarlas menos racionales, menos constructivas y menos bellas". La situación del Depósito, sobre la loma llamada Picayón en los altos de Buenavista, delineado el horizonte por los picos de la cordillera Cantábrica, le hizo plantearse la necesidad de




FIGURAS 15 Y 16. EL PROYECTO DEL IV DEPÓSITO DE AGUAS DE OVIEDO SE INTEGRABA DENTRO DE LA AMPLIACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUAS A LA CIUDAD



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

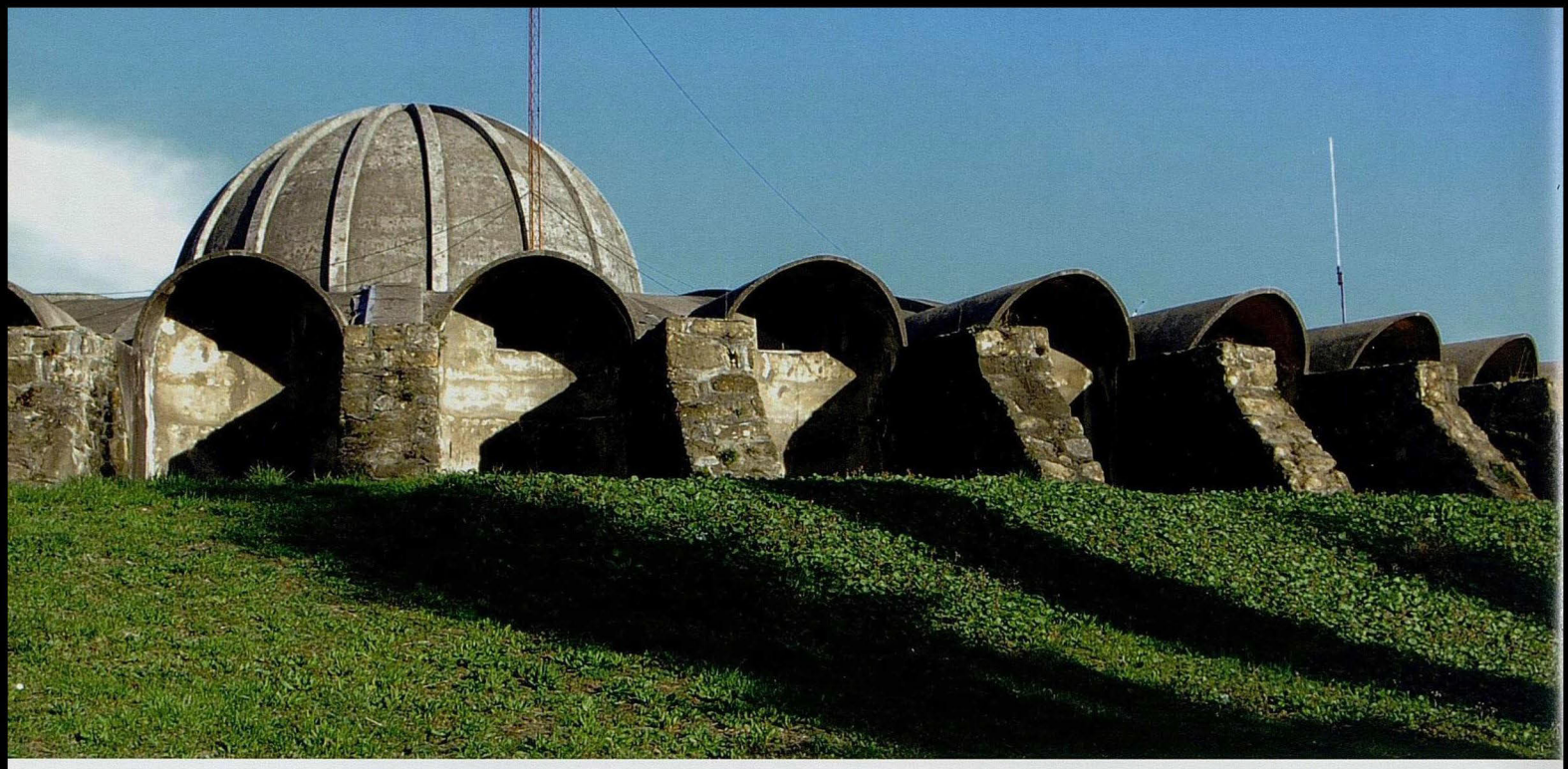


FIGURA 17. VISTA ACTUAL DEL IV DEPÓSITO DE AGUAS DE OVIEDO

un proyecto que armonizase con el paisaje montañoso de su entorno. Sin embargo, no parece que Sánchez del Río introdujese en el proceso creativo unas formas determinadas por motivos estéticos, al menos según se deduce de sus propios escritos, donde expone: "las obras deben proyectarse única y exclusivamente para lo que son", señalando a continuación que la forma circular o radial de la planta se debe exclusivamente a razones económicas. A partir de este principio justifica la elección y características del conjunto de los elementos constructivos, como son la cámara de llaves cilíndrica, los arcos dispuestos radialmente y articulados en la clave, los contrafuertes de mampostería, los forjados enrasados con los arcos por la cara inferior de éstos para facilitar el encofrado mediante una cimbra giratoria o los muros-pantalla de hormigón en masa apoyados entre los contrafuertes. Termina su exposición con un *quod erat demonstrandum*, ya que había redactado con fines comparativos un proyecto de solución convencional cuyo presupuesto ascendía a 599.000 pesetas, mientras que el presupuesto de subasta de su proyecto tórico o radial se reducía a 405.000 pesetas [ FIGS. 17 y 18 ].

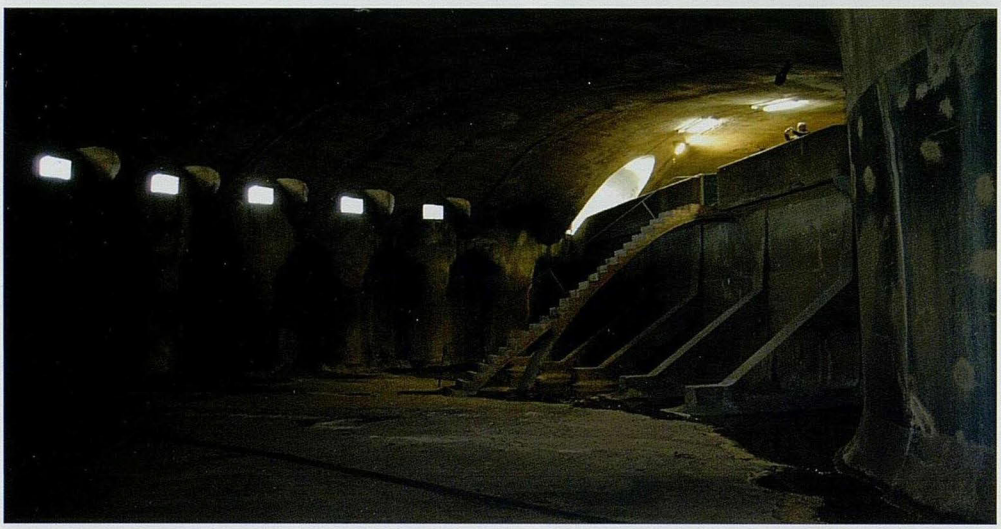


FIGURA 18. VISTA INTERIOR DEL IV DEPÓSITO DE AGUAS, DONDE SE APRECIAN EL MURO DIVISORIO Y SUS CONTRAFUERTES

No obstante, a Ildefonso Sánchez del Río, ingeniero aún joven y con escasa experiencia, le asaltaron algunas dudas sobre el comportamiento de las bóvedas verticales de hormigón en masa que debían soportar el empuje del agua. Como hemos dicho, sus maestros en hormigón habían sido Zafra, que por entonces ya había fallecido, y Ribera. Le presentó a este último el proyecto, no sin cierta timidez, habida cuenta de la trágica historia del Tercer Depósito de Madrid. Pero Ri-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

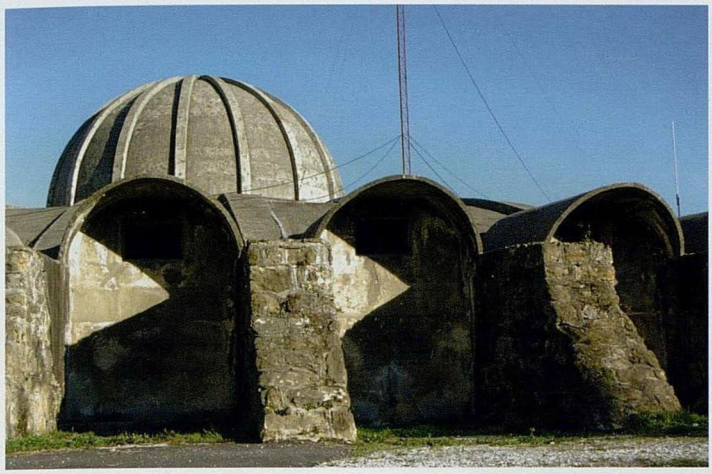


FIGURA 19. BÓVEDAS PERIMETRALES DEL IV DEPÓSITO DE AGUAS

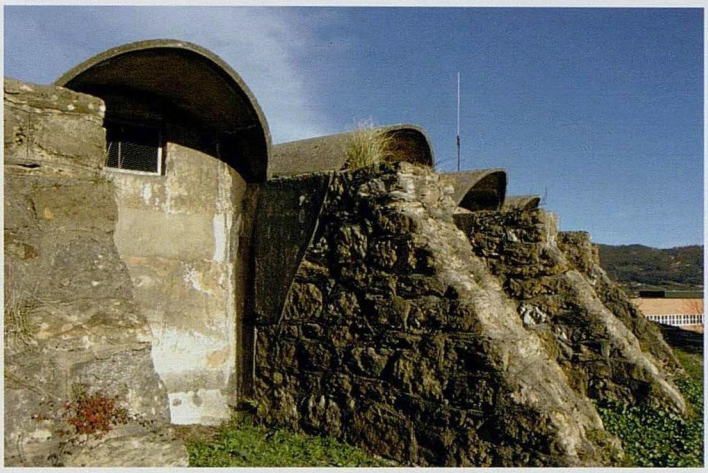
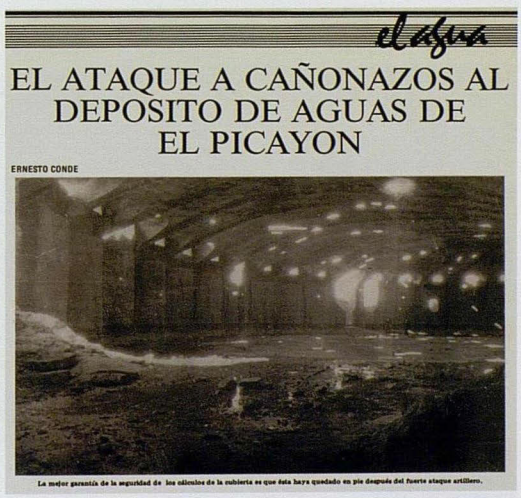


FIGURA 20. ARRANQUE DE LOS ARCOS DE HORMIGÓN DESDE LOS CONTRAFUERTES DE MAMPOSTERÍA

bera se mostró entusiasmado, reconociendo cómo la geometría de la solución radial daba al edificio una estabilidad que hacía casi imposible un accidente como el que ocurrió en el depósito madrileño. Entre maestro y discípulo, así se dirigían el uno al otro, se estableció una sincera amistad y admiración mutua, como se refleja en su correspondencia y en las cariñosas referencias que de Ribera hace Sánchez del Río en diversos artículos. Por su parte Ribera escribiría en la *ROP*, en un artículo de 1936 donde repasaba los avances de la ingeniería civil en España: "He proyectado y construido muchos depósitos de agua, pero debo reconocer la superioridad económica, práctica y artística del tipo de depósito de mi discípulo Sánchez del Río sobre cuantas disposiciones se han empleado hasta hoy en el mundo, por lo que estoy seguro se propagará su empleo en cuanto sea más conocido". Para ayudarle a resolver sus problemas con los muros, Ribera entregó a Sánchez del Río una carta de presentación para Alfonso Peña Boeuf, que había sucedido a Zafra en la cátedra de hormigón de la Escuela de Ingenieros de Caminos. También con Peña estableció Sánchez del Río cordial relación, a lo que quizás no fuese ajeno el carácter de ambos. Peña se declaraba partidario de algo que seguramente encajaba bien con la personalidad de nuestro protagonista, y era lo que llamaba el ejercicio de la "ingeniería bohemia". Lo cual no deja de ser paradójico en alguien que luego sería ministro de Obras Públicas de Franco durante más de siete años [ FIGS. 19 y 20 ].

El IV Depósito ha sobrevivido hasta nuestros días y aún hoy proporciona servicio en el sistema de abastecimiento de aguas de Oviedo, superando mal que bien el paso de los años y las vicisitudes de la Guerra Civil. Como es sobradamente sabido, Oviedo quedó en manos de los sublevados, sufriendo un duro asedio por parte de las tropas republicanas que la mantuvieron totalmente cercada desde el 19 de julio hasta el 16 de octubre de 1936, si bien continuaron durante todo un año más los bombardeos desde los alrededores [ FIG. 21 ].

Hablaremos más adelante del papel de Ildefonso Sánchez del Río en aquellos momentos. Volviendo a nuestro depósito, ocurrió que su situación le convertía en un puesto de observación privilegiado para dirigir el fuego de la artillería, además de su estratégica utilidad en el suministro de agua a los sitiados. Se mantuvo en manos de los defensores hasta el 6 de octubre, siendo intensamente cañoneado por las fuerzas republicanas, hasta que éstas tomaron la posición en esa fecha. A partir de ese momento se convirtió en una "terrible pesadilla" para los defensores, ya que su situación dominante permitía dirigir el fuego sobre la ciudad. Por ello, según relata el propio Sánchez del Río, el 14 de diciembre el mando militar le solicitó detallados informes sobre la estructura del edificio, con objeto de poder batirla eficazmente con la artillería hasta conseguir su destrucción. Sánchez del Río facilitó los planos, indicando que lo más importante sería destruir el cilindro central que recogía los empujes de los 48 arcos



el agua

EL ATAQUE A CAÑONAZOS AL DEPOSITO DE AGUAS DE EL PICAYON

ERNESTO CONDE

La mejor garantía de la seguridad de los cálculos de la cubierta es que ésta haya quedado en pie después del fuerte ataque artillero.

FIGURA 21. ARTÍCULO PUBLICADO EN 1986 EN LA REVISTA *OVIEDO. EL AGUA*, FIRMADO POR ERNESTO CONDE



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 22. CÚPULA SOBRE LA CÁMARA DE LLAVES DEL IV DEPÓSITO DE AGUAS DE OVIEDO

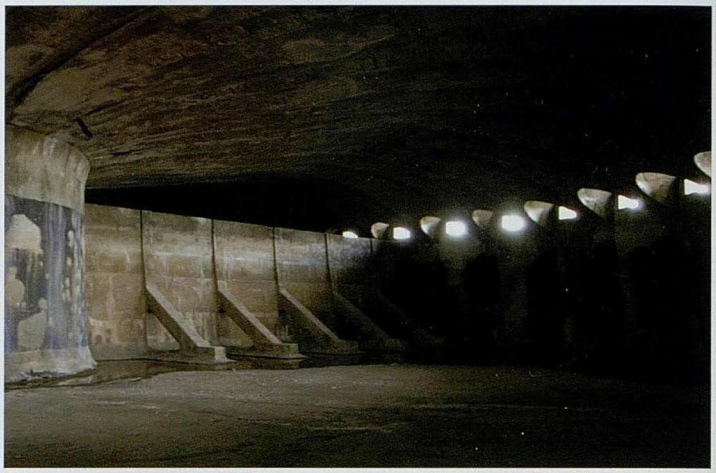
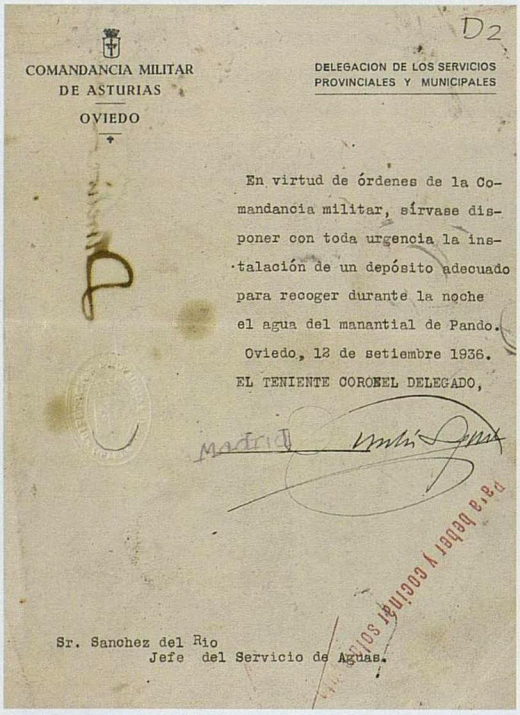


FIGURA 23. VISTA INTERIOR DEL IV DEPÓSITO, MOSTRANDO EL MURO DIVISORIO Y SUS CONTRAFUERTES, ASÍ COMO LA ILUMINACIÓN NATURAL DEL ESPACIO

de hormigón. Pero sigue diciendo Sánchez del Río: "Aquella noche no dormí. ¡Soñaba con aquellos planos! Aquellos planos que un día diera al constructor, para que levantara nuestra obra más mimada, eran los mismos que, por ironía del destino, entregaba al militar para que la destruyera. Y era yo, precisamente, el que además mostraba al artillero su talón de Aquiles: los puntos vulnerables para su más rápida destrucción..." [ FIGS. 22 y 23 ].

Pero el depósito resistió el bombardeo ejecutado con piezas de hasta 155 mm. Sánchez del Río, que fue testigo directo, termina diciendo: "¿Qué íntima satisfacción no experimentaría yo, al presenciar este claro ejemplo de una disposición constructiva plenamente lograda en sus dos aspectos, ingenieril y arquitectónico, inconmovible a la más terrible prueba a que puede estar sometida una obra?". Sentimientos encontrados que nos recuerdan al personaje del coronel Nicholson, protagonista de la novela y película *El puente sobre el río Kwai*. Porque Ildefonso Sánchez del Río desempeñó un papel importante en la defensa de Oviedo, como responsable del suministro de agua a la ciudad, recibiendo por ello la Laureada Colectiva de San Fernando. Escribió un manuscrito, que permanece inédito, con el propósito de reivindicar la trascendencia que para el éxito de la defensa había tenido esa labor, más oscura que la de los combatientes de las trincheras pero no menos necesaria. En el cumplimiento de esta misión, además de organizar el reparto de agua, hizo construir 20 depósitos de ladrillo y llevó a cabo la perforación de 120 pozos, desde los que se realizaba el abastecimiento mediante camiones cisterna [ FIGS. 24, 25, 26 y 27 ].



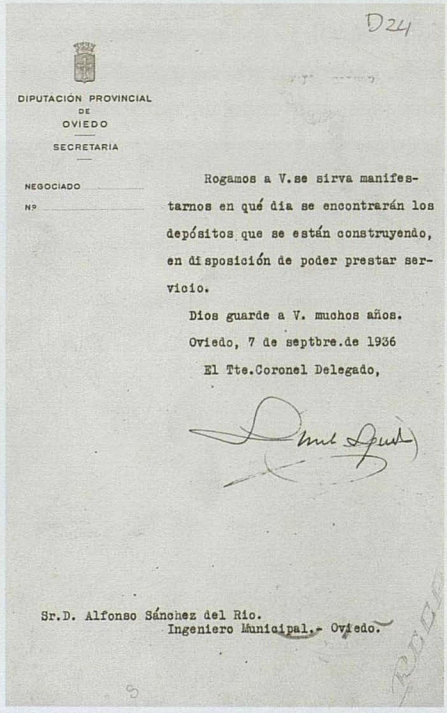
COMANDANCIA MILITAR
DE ASTURIAS
OVIEDO

D2

DELEGACION DE LOS SERVICIOS
PROVINCIALES Y MUNICIPALES

En virtud de órdenes de la Comandancia militar, sírvase disponer con toda urgencia la instalación de un depósito adecuado para recoger durante la noche el agua del manantial de Pando.
Oviedo, 12 de setiembre 1936.
EL TENIENTE CORONEL DELEGADO,

Sr. Sanchez del Rio
Jefe del Servicio de Aguas.



D24

DIPUTACIÓN PROVINCIAL
DE
OVIEDO
SECRETARIA

NEGOCIADO
Nº

Rogamos a V.se sirva manifestarnos en qué día se encontrarán los depósitos que se están construyendo, en disposición de poder prestar servicio.
Dios guarde a V. muchos años.
Oviedo, 7 de septbre.de 1936
El Tte.Coronel Delegado,

Sr.D. Alfonso Sánchez del Rio.
Ingeniero Municipal.- Oviedo.

FIGURAS 24 Y 25. ÓRDENES ENVIADAS A ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO POR LA AUTORIDAD MILITAR DURANTE EL CERCO DE OVIEDO



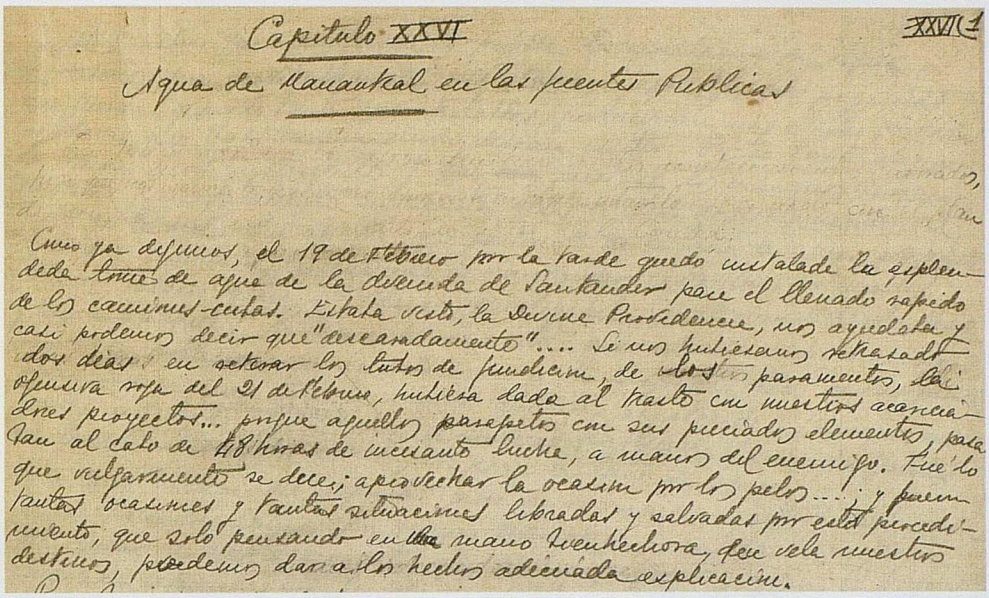
AYUNTAMIENTO DE OVIEDO
Abastecimiento de Aguas -Núm. 537
DEPOSITO DE FONCALADA
Número de litros:
NOTA IMPORTANTE.—Las tarjetas originales deberán conservarse cuidadosamente para presentarlas al encargado del servicio cuantas veces lo estime necesario. El extravío de esta tarjeta como de la original, sin causa justificada, será suficiente para la pérdida de todo derecho al consumo de agua de los depósitos.
Oviedo, Diciembre 1936.
Firma del interesado. El Ingeniero Municipal,

FIGURA 26. TARJETA DE RACIONAMIENTO DE AGUA, SELLADA CON LA FIRMA DE SÁNCHEZ DEL RÍO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Apenas concluidas las obras de construcción del depósito de Oviedo, Sánchez del Río aprovechó el éxito indudable del mismo para usarlo como prototipo de otros erigidos en varias localidades asturianas. Todos ellos fueron de dimensiones más reducidas, destacando el levantado en Pola de Siero, para 2.000 m³, frente a la capacidad de 10.000 m³ del ovetense [ FIGS. 28, 29, 30 y 31 ].


Capítulo XXVI

Agua de Manantial en las fuentes Publicas

FIGURA 27. PÁGINA DEL MANUSCRITO INÉDITO SOBRE LA DEFENSA DE OVIEDO

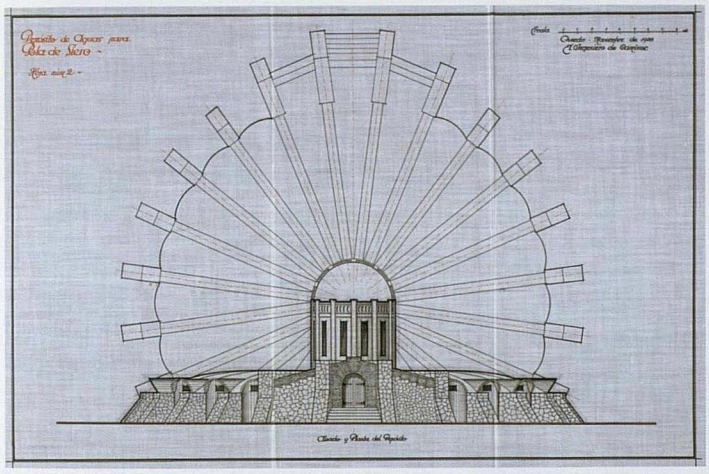


FIGURA 28. ALZADO DEL DEPÓSITO DE POLA DE SIERO

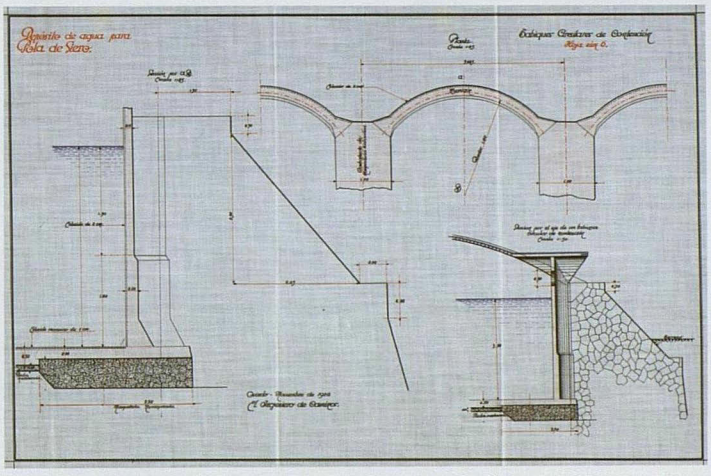


FIGURA 29. DETALLE DE LAS BÓVEDAS DE CONTENCIÓN EN HORMIGÓN EN MASA DEL DEPÓSITO DE POLA DE SIERO

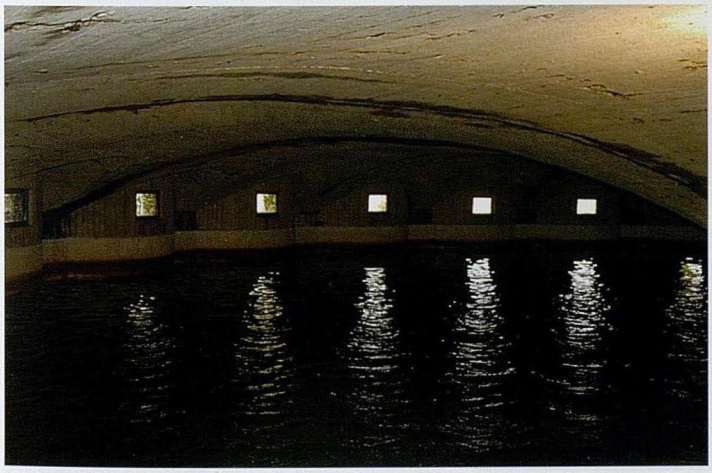


FIGURA 31. VISTA ACTUAL DEL INTERIOR DEL DEPÓSITO DE POLA DE SIERO, AÚN EN SERVICIO



FIGURA 30. CUBIERTA PLANA DE LA CÁMARA CENTRAL DE LLAVES DEL DEPÓSITO DE POLA DE SIERO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

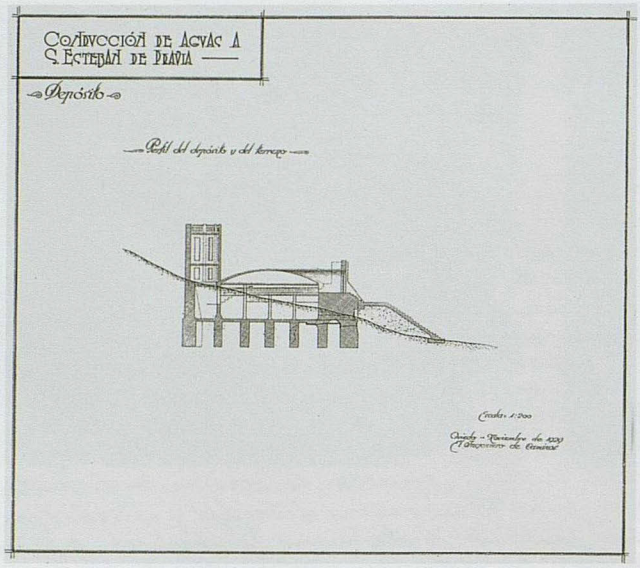



FIGURA 32. PROYECTO DE DEPÓSITO SEMICIRCULAR, A MEDIA LADERA, PARA SAN ESTEBAN DE PRAVIA

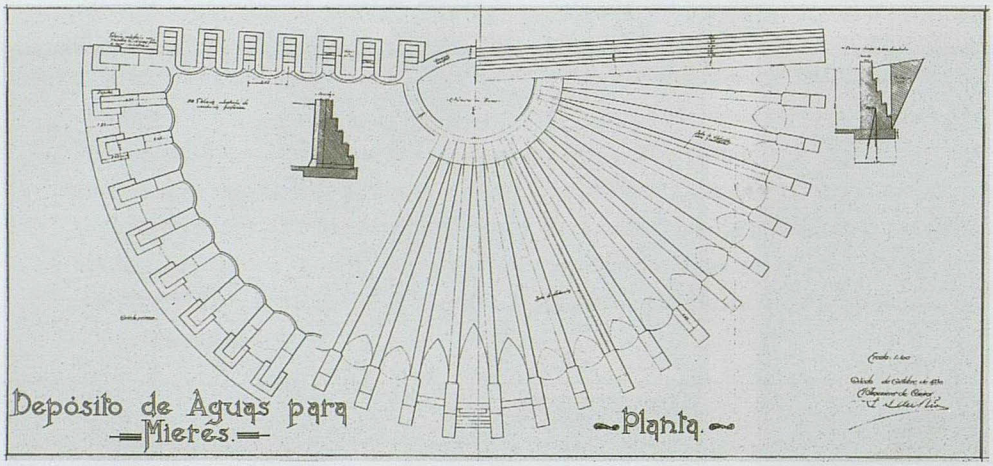



FIGURA 33. PROYECTO DE DEPÓSITO SEMICIRCULAR PARA MIERES



FIGURA 34. DEPÓSITO DE AGUA EN LA REBOLLADA, MIERES. *URBANISMO*. EDITADO POR LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE CAMINOS, 1942. BIBLIOTECA DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID

En algunos casos, como en el de Mieres, de 1.000 $m^3$, la planta del depósito se desarrollaba en sólo medio círculo, solución muy apropiada para su ubicación a media ladera. De 1929 data un Proyecto de Abastecimiento de Aguas para San Esteban de Pravia en el que –al menos lo que se refiere al depósito de aguas– la autoría es de Sánchez del Río, aunque en la carátula del proyecto sólo figura, como ingeniero director, José María Toyos [ FIGS. 32, 33 y 34 ].

Finalmente, en 1930 Ildefonso Sánchez del Río se presentó al concurso convocado por el Canal de Isabel II para el proyecto del IV Depósito de Madrid. Era un salto cuantitativo, ya que se exigía una capacidad de 200.000 $m^3$, veinte veces superior a la del de Oviedo, y por ello se hizo necesario introducir algunas novedades en la tipología radial o tórica, que no obstante se conservaba en lo esencial. Sánchez del Río compuso la planta mediante dos estructuras circulares gemelas, que se intersecaban según una cuerda común. Cada circunferencia tenía un diámetro interior de 150 metros, lo que hizo necesario que la bóveda tórica se apoyase en arcos con un apoyo intermedio, y de vanos desiguales de 27 y 33 metros [ FIGS. 35, 36 y 37 ].

En ese mismo año de 1930 Sánchez del Río publicó dos artículos en la *ROP* explicando su propuesta, en los que hacía especial énfasis en la economía y seguridad de la misma, seguridad que parece que algunos habían puesto en entredicho. Pero no resultó ganador del concurso, y con independencia de otras circunstancias, la ciudad de Madrid perdió la ocasión de poseer una obra de ingeniería auténticamente monumental.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO




FIGURA 35. ALZADO DEL PROYECTO PARA EL DEPÓSITO DE AGUAS DE SEVILLA. *URBANISMO*. EDITADO POR LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE CAMINOS, 1942. BIBLIOTECA DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID

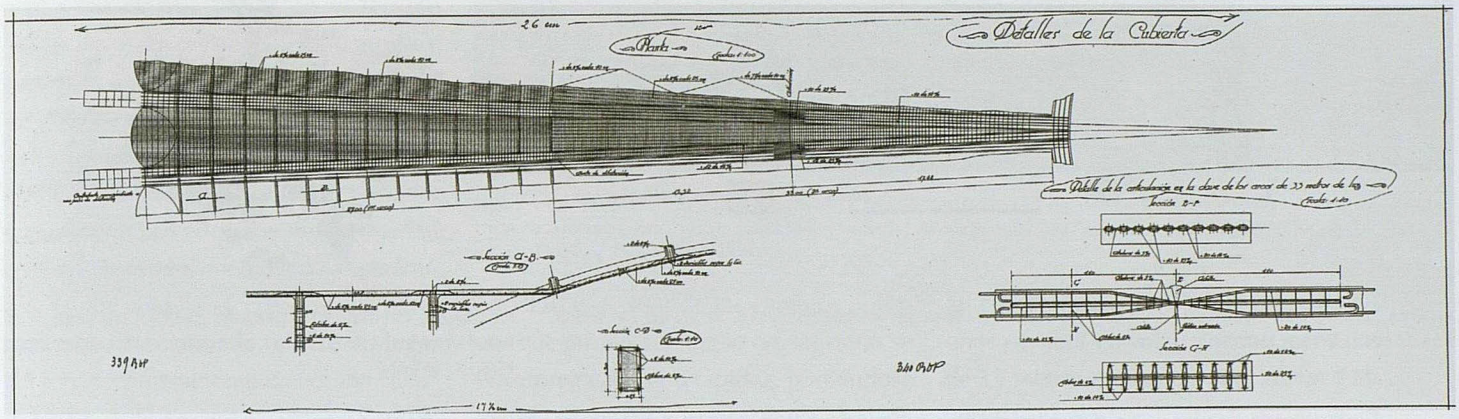



FIGURA 36. DETALLES DEL PROYECTO PARA EL CONCURSO DEL IV DEPÓSITO DE AGUAS DE MADRID

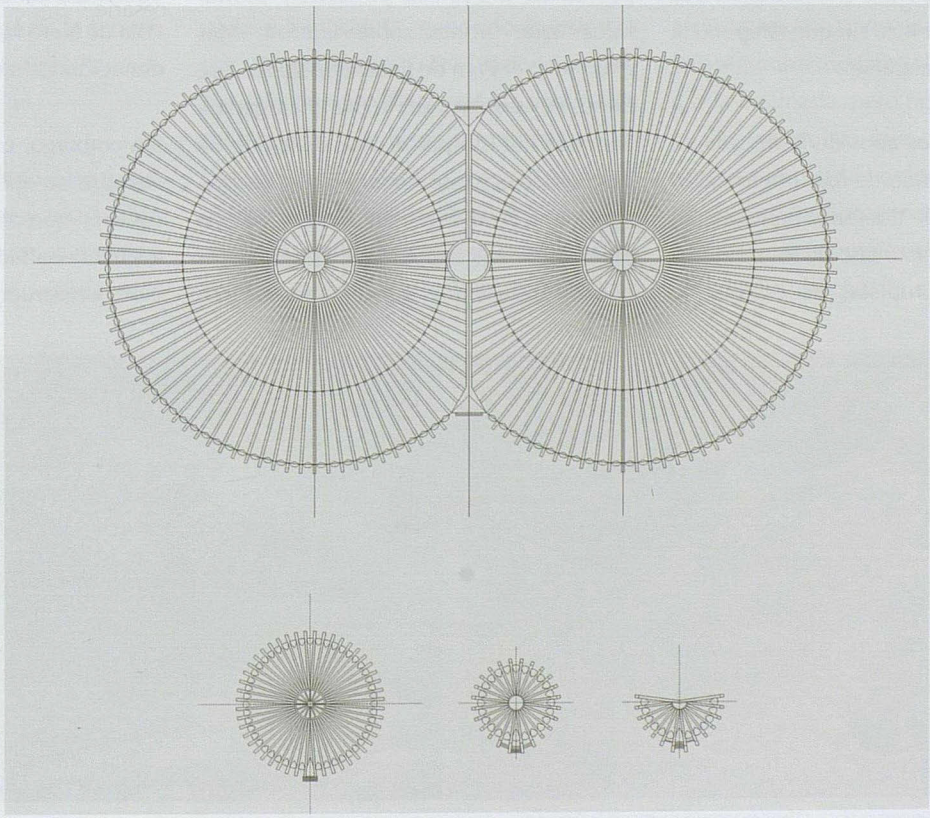


FIGURA 37. PLANTAS A LA MISMA ESCALA DE LOS DEPÓSITOS DE MADRID, OVIEDO, POLA DE SIERO Y MIERES



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

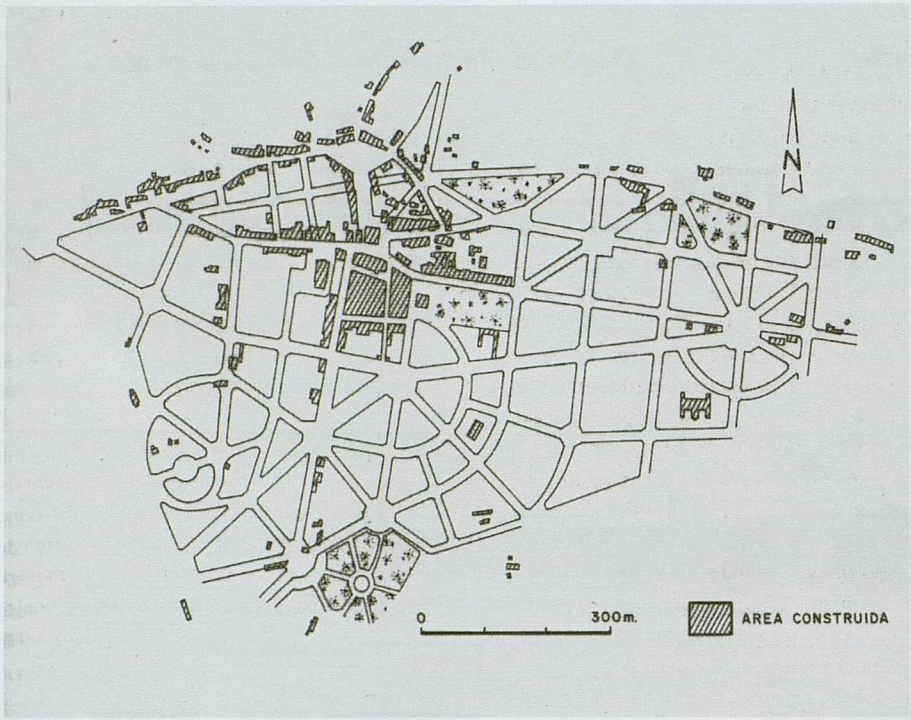



FIGURA 38. PLAN DE ENSANCHE DE POLA DE SIERO. GASPAR FERNÁNDEZ CUESTA, *EL LIBRO DE SIERO*. REALIZADO POR J.L. SEOANE

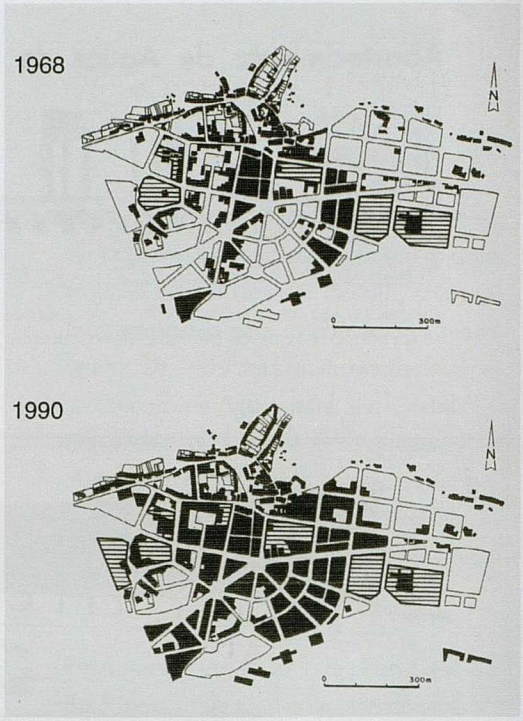



FIGURA 39. CRECIMIENTO URBANO DE POLA DE SIERO. GASPAR FERNÁNDEZ CUESTA, *EL LIBRO DE SIERO*. REALIZADO POR J.L. SEOANE

De tipología similar es un proyecto de depósito de 100.000 m³ para Sevilla, en el que también se utilizó el sistema de dos círculos yuxtapuestos, sin que tampoco la obra llegara a realizarse.

Fueron los últimos años de la década de los veinte el periodo de más intensa actividad creadora de Ildefonso Sánchez del Río. En 1927 redactó uno de los primeros proyectos de autopistas de España, la Oviedo-Gijón, que aunque aprobada por la Administración no llegó a construirse por las circunstancias políticas y económicas que pronto sobrevinieron. Más éxito tuvo el Plan de Ensanche de Pola de Siero, cuya redacción le fue encargada a Sánchez del Río por el activo alcalde de esa población, José Parrondo. Dicho proyecto entró en vigor en 1932 y era de planteamientos ambiciosos, ya que se triplicaba la superficie que tenía en ese momento la población, trazándose 44 calles y 64 manzanas, lo que permitió absorber adecuadamente la expansión urbana de Pola de Siero hasta el Plan General de Ordenación Urbana de 1988 [FIGS. 38 y 39].

Sin embargo, es en las estructuras donde siempre se encuentra al mejor Sánchez del Río, que con los proyectos de depósitos había hallado lo que iba a ser su solución constructiva favorita, la cubierta

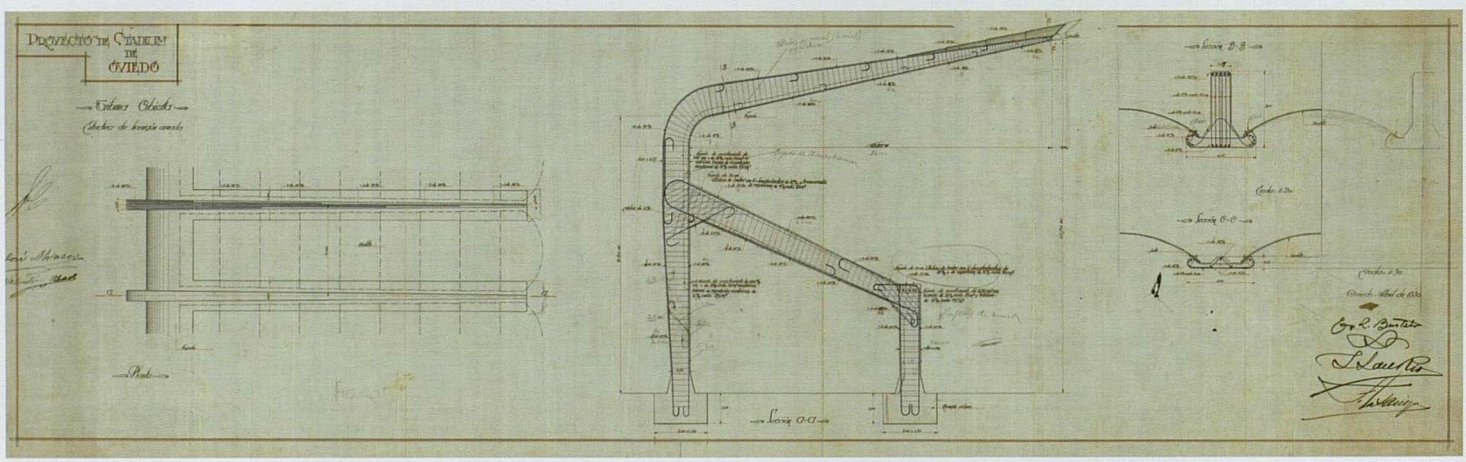



FIGURA 40. PROYECTO DE TRIBUNA PARA EL ESTADIO DE FÚTBOL DE OVIEDO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

nervada formada por vigas, arcos o voladizos independientes dispuestos bien radialmente o paralelos entre sí. Ello le permitía resolver el cálculo de manera más sencilla, al tratarse de elementos planos, y así evitaba verse "en el terrible trance de pedir prestada a mi querido y admirado amigo Eduardo Torroja una de sus prodigiosas baterías de ecuaciones diferenciales...". Los forjados entre los nervios eran láminas de hormigón armado, que en obras posteriores se transformarían en losas aligeradas con bovedillas cerámicas. En los voladizos, como el del paraguas antes mencionado, utilizó en lugar del forjado propiamente dicho una "tela" de placas de fibrocemento, material por el que sentía especial predilección. A esto mismo recurrió en una obra de mucha mayor magnitud, la cubierta de la tribuna del Estadio de Fútbol de Oviedo, llamado Estadio de Buenavista [ FIG. 40 ].

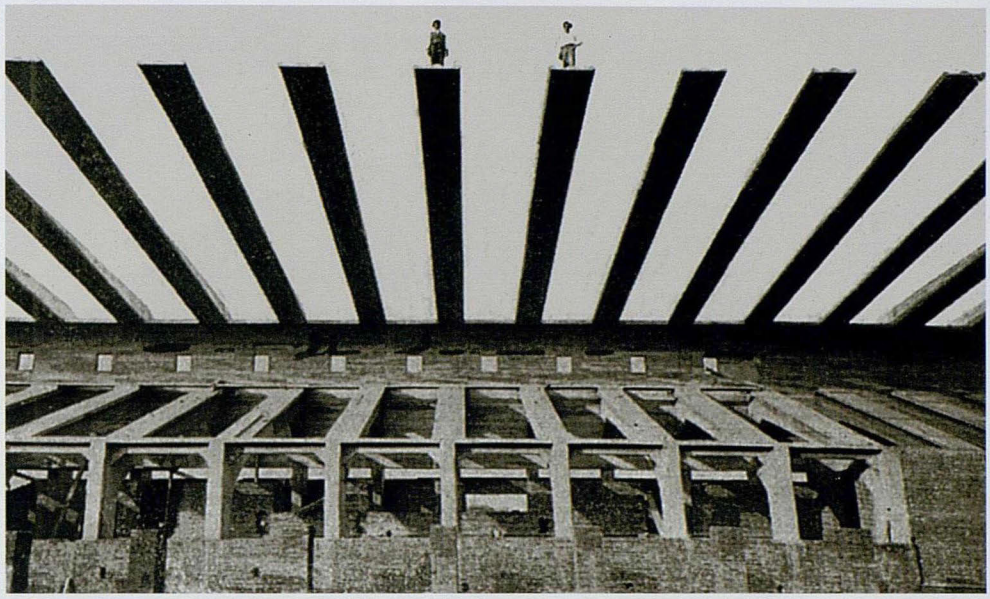
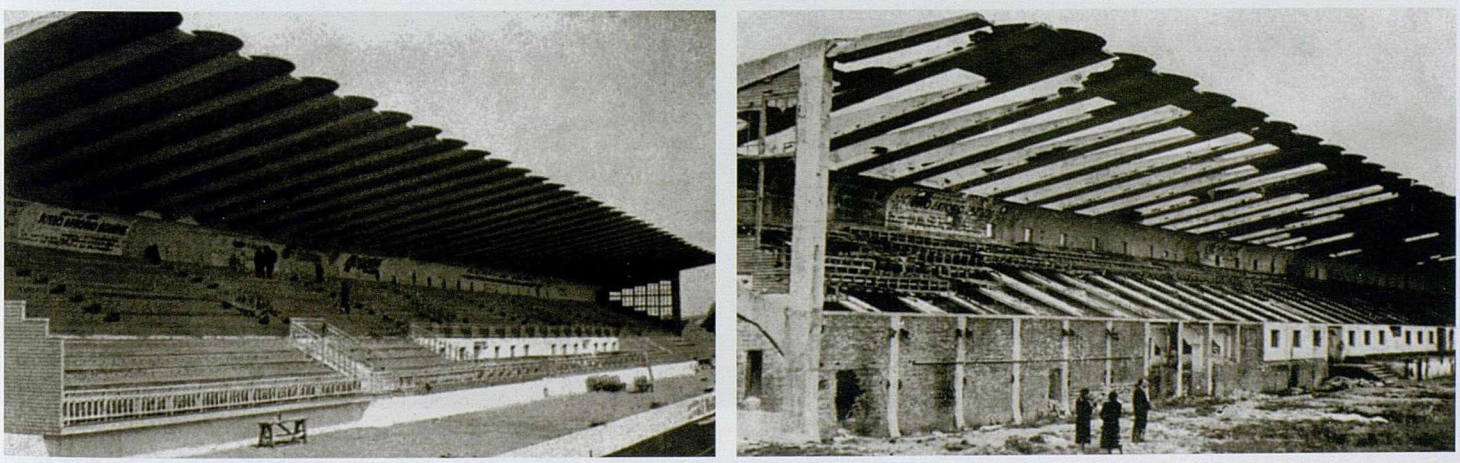


FIGURA 41. LAS MÉNSULAS DE LA CUBIERTA DEL ESTADIO DE FÚTBOL DE OVIEDO DURANTE SU CONSTRUCCIÓN. *URBANISMO*. EDITADO POR LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE CAMINOS, 1942. BIBLIOTECA DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID

El proyecto fue encomendado a los arquitectos Francisco Casariego y Jesús Álvarez Meana, actuando Ildefonso Sánchez del Río como ingeniero. Fue redactado en 1930 y, a pesar de los cambios políticos que pronto acontecieron, las obras se llevaron a cabo con rapidez, pudiéndose inaugurar el estadio el 24 de abril de 1932. Con ese motivo se jugó un partido entre las selecciones nacionales de España y Yugoslavia, ganando la primera por dos goles a uno. De las diversas partes del conjunto destacaba la tribuna de preferencia, que debía ser cubierta, y en la que Sánchez del Río vio la ocasión de aplicar soluciones constructivas inspiradas en aquella obra que él mismo calificaba de mero "pasatiempo", refiriéndose al célebre paraguas. Para ello diseñó unos pórticos en voladizo, con ménsulas de 15 metros de vuelo y sección en T invertida. El ala horizontal tenía anchura constante de 1 metro y la distancia entre ejes de pórticos era de 3,00 metros. El arriostramiento transversal de los pórticos se aseguraba mediante los forjados de la grada inclinada, pero no existía como tal en las ménsulas, que quedaban libres, unidas entre sí tan solo por las bóvedas de placas de fibrocemento atornilladas sobre la cara superior del ala horizontal de la ménsula [ FIG. 41 ].



FIGURAS 42A Y 42B. EL ESTADIO DE OVIEDO, ANTES Y DESPUÉS DE LA GUERRA CIVIL. *URBANISMO*. EDITADO POR LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE CAMINOS, 1942. BIBLIOTECA DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

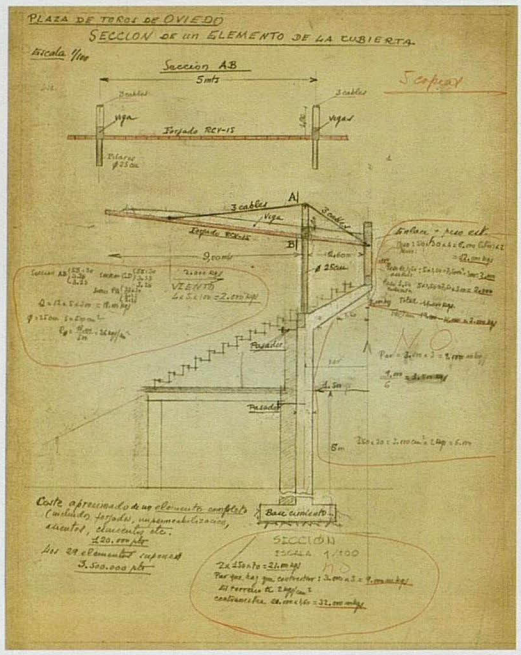



FIGURA 43. CROQUIS PARA UNA TRIBUNA EN LA PLAZA DE TOROS DE OVIEDO

Capaz de acoger a 4.000 espectadores, con una longitud total de alrededor de 100 metros, era una obra de la que su autor se sentía particularmente orgulloso, especialmente por su buen comportamiento ante unos episodios de viento y nieve insólitamente intensos que acaecieron al poco tiempo de su terminación, llegando a escribir: "no hemos visto soluciones que igualen en cuanto a esbeltez, ligereza y economía al sistema por nosotros concebido". Más graves fueron los daños sufridos durante la guerra, si bien la estructura permaneció razonablemente incólume, permitiendo su reparación en 1940 [ FIG. 42 ].

El éxito de esta cubierta hizo que se la llamase, no sabemos si oficialmente, Tribuna Sánchez del Río. Ello no impidió que fuera demolida en 1982, con motivo de la remodelación del estadio llevada a cabo con ocasión del Campeonato Mundial de Fútbol que se celebró en España. Hacia 1936 Sánchez del Río trabajaba en el proyecto de otra marquesina de tipología similar, pero cuyo vuelo debería alcanzar 30 metros. Como se puede adivinar por la fecha, esta obra no pasó del tablero de dibujo, como tampoco se construyó otra marquesina posterior para la plaza de toros de Oviedo, si bien en ésta empleaba forjados cerámicos en lugar del fibrocemento [ FIG. 43 ].

De esta misma época de intensa actividad data su trabajo quizás más original, el Mercado Cubierto de Pola de Siero, que fue inaugurado en 1931. A diferencia de otras obras suyas, permanece en pie y en buen estado de conservación, aunque con algunas modificaciones que no afectan a la estructura, tras la rehabilitación realizada entre 2007 y 2009 dirigida por el arquitecto Jesús Álvarez Arango. Antecede por tanto a otros dos edificios comparables, por ser también mercados y ejemplos punteros de la arquitectura del hormigón: el Mercado de Olavide de Madrid, proyectado por Francisco Javier Ferrero en 1934, desgraciadamente demolido en 1974, y el Mercado de Abastos de Algeciras, una de las obras cumbre de Eduardo Torroja, con el arquitecto Manuel Sánchez Arcas, construido en 1935 y felizmente existente a día de hoy. Tres obras que, por otro lado, constituyen soluciones muy diferentes a problemas relativamente similares [ FIGS. 44. 45 y 46 ].

En el proyecto de Pola de Siero vemos a Sánchez del Río en su mejor forma a la hora de enfrentarse a las condiciones de partida del problema, para lo cual recurre



FIGURA 44. MERCADO DE OLAVIDE EN MADRID. REVISTA *ARQUITECTURA*, AÑO 16, Nº 190, 1974

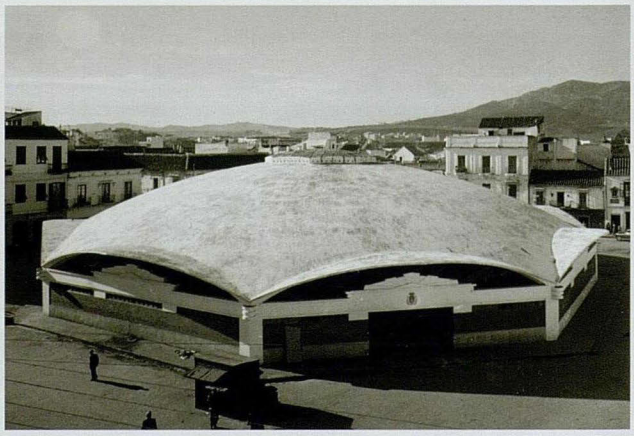


FIGURA 45. MERCADO DE ALGECIRAS. FOTOGRAFÍA INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA DEL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 46. MERCADO CUBIERTO DE POLA DE SIERO. FOTOGRAFÍA DE CARMEN FERNÁNDEZ CUESTA

a su sabiduría en el manejo de la geometría, siguiendo a su maestro Ribera, del que escribe: "las ideas... siempre serán la base fundamental de todo proyecto, por lo tanto el ingenio debe residir en ellas, así como en las formas, porque de ellas depende muchas veces que el cálculo sea asequible o no a los conocimientos matemáticos del proyectista. Esta fue una de las recomendaciones de Ribera, que yo he seguido siempre con indiscutible éxito".

Tras unos tanteos iniciales, Sánchez del Río descarta, por motivos económicos y funcionales, y seguramente también estéticos, la utilización de pórticos rectos y columnas interiores. De esta manera el problema queda acotado en volar una cubierta sin apoyos intermedios sobre una planta que es un triángulo rectángulo cuya hipotenusa mide 100 metros.



FIGURA 47. VISTA EXTERIOR DE LA ARISTA DE INTERSECCIÓN DE LAS BÓVEDAS



FIGURA 48. ARRANQUES DE LOS ARCOS DEL MERCADO DE POLA DE SIERO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 49. VISTA INTERIOR DEL MERCADO DE POLA DE SIERO EN LA ACTUALIDAD

La solución consiste en dos bóvedas nervadas ortogonales entre sí, de generatrices parabólicas perpendiculares a los catetos del triángulo de la planta y que al intersecarse forman una bóveda acodillada [ FIGS. 47 y 48 ].

Es una forma clásica pero difícil de reconocer, especialmente en las fotos, por su adaptación a la planta triangular. A partir de esta premisa geométrica y para resolver el cálculo estructural, Sánchez del Río realizó "malabarismos" con las componentes de los empujes hasta recogerlos en el perímetro. Resulta llamativo que al no ser la trayectoria de la arista de intersección de las bóvedas la más idónea desde el punto de vista del trabajo resistente del arco, independiza éste, que queda parcialmente exento, recibiendo los empujes transmitidos desde la arista mediante tornapuntas. Detalle que supone un alarde de sinceridad estructural, aunque también una disonancia en la composición de curvas cónicas que construyen la geometría del edificio [ FIGS. 49, 50 y 51 ].

Es también interesante la potente marquesina perimetral en la que de nuevo utiliza placas de uralita formando bovedillas apoyadas en las ménsulas de hormigón. En la actualidad esta marquesina sigue prestando eficaz servicio como cobertura de un mercadillo callejero, contrastando con el espacio interior que ya no se utiliza como mercado [ FIGS. 52 y 53 ].



FIGURA 50. VISTA INTERIOR DEL MERCADO DE POLA DE SIERO EN LA ACTUALIDAD

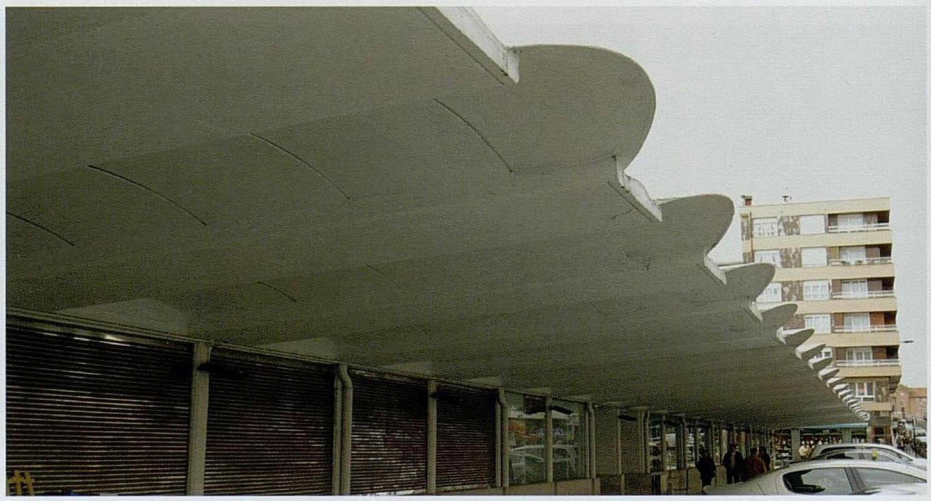


FIGURA 53. VISTA ACTUAL DE LA MARQUESINA DEL MERCADO CUBIERTO DE POLA DE SIERO, DONDE SE APRECIAN LAS BOVEDILLAS DE FIBROCEMENTO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

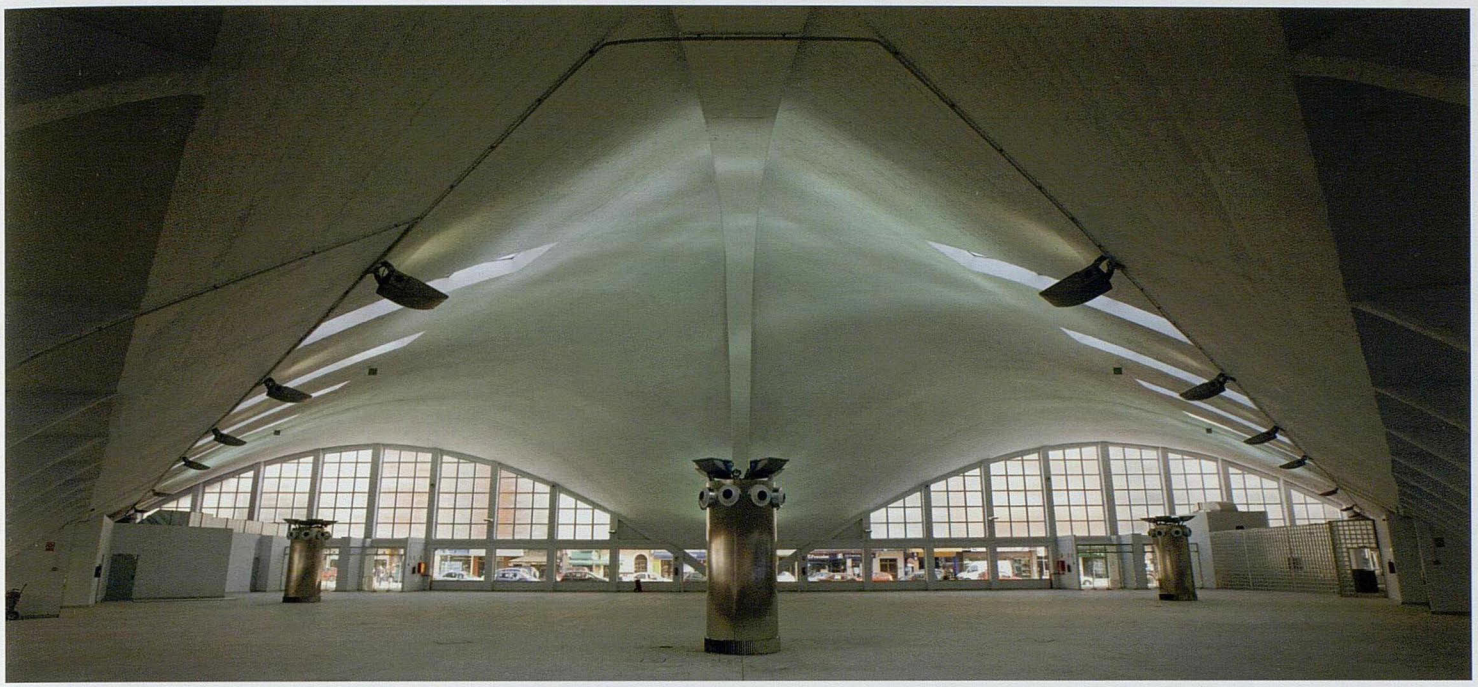


FIGURA 51. VISTA INTERIOR DEL MERCADO DE POLA DE SIERO EN LA ACTUALIDAD. FOTOGRAFÍA DE CARMEN FERNÁNDEZ CUESTA

Ya se ha mencionado el interés de Sánchez del Río por la utilidad constructiva del fibrocemento u hormigón fibroso, como él lo define: "he dado a conocer y cantado las excelencias del fibrocemento...". Por estos años comenzó a estudiar su uso más allá de las cubiertas ligeras, como material adecuado para fabricar rodillos para articulaciones y apoyos de libre sustentación, basándose en sus buenas propiedades para ser producido en forma de tubo. La utilización más habitual de estos tubos era servir como conductos de agua y así los había empleado en varios proyectos de abastecimiento en Asturias, introduciendo incluso algunas mejoras técnicas que llegó a patentar en 1931. Pero lo que planteó en 1929 es su uso como mecanismo de articulación, introduciendo el sistema en un proyecto para un puente de 80 metros sobre el río Nalón, formado por dos arcos gemelos articulados en la clave, obra ambiciosa pero que, con gran decepción por su parte, no llegó a ser construida [ FIG. 54 ].




FIGURA 52. ANUNCIO PUBLICADO EN EL NÚMERO DE MAYO DE 1936 DE LA REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

En la lectura de la memoria de este proyecto se percibe una cierta infidelidad a sus principios sobre la preeminencia de la economía, puesto que hace un estudio comparativo entre una solución con dos vanos de 40 metros y otra con sólo uno de 80, resultando que la primera solución era algo más barata, a pesar de lo cual Sánchez del Río se decanta por el puente con arco de un solo vano. Para ello aduce que

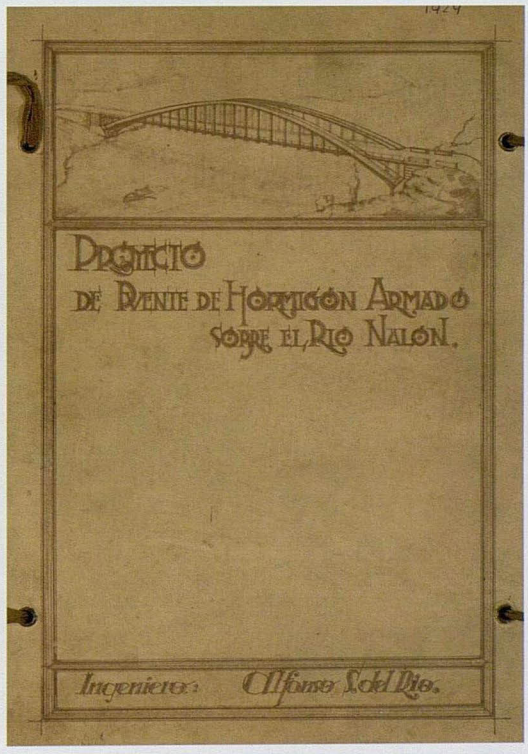
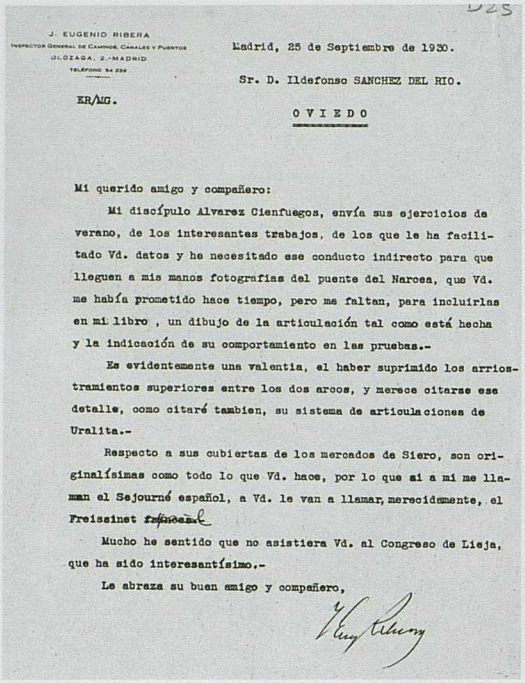



FIGURA 54. PROYECTO PARA UN PUENTE DE 80 METROS SOBRE EL RÍO NALÓN



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



J. EUGENIO RIBERA
INSPECTOR GENERAL DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
OLOZAGA, 2.-MADRID
TELEFONO 54 239

Madrid, 25 de Septiembre de 1930.

Sr. D. Ildefonso SANCHEZ DEL RIO.

OVIEDO

ER/MG.

Mi querido amigo y compañero:

Mi discípulo Alvarez Cienfuegos, envía sus ejercicios de verano, de los interesantes trabajos, de los que le ha facilitado Vd. datos y he necesitado ese conducto indirecto para que lleguen a mis manos fotografías del puente del Narcea, que Vd. me había prometido hace tiempo, pero me faltan, para incluirlas en mi libro , un dibujo de la articulación tal como está hecha y la indicación de su comportamiento en las pruebas.-

Es evidentemente una valentía, el haber suprimido los arriostramientos superiores entre los dos arcos, y merece citarse ese detalle, como citaré tambien, su sistema de articulaciones de Uralita.-

Respecto a sus cubiertas de los mercados de Siero, son originalísimas como todo lo que Vd. hace, por lo que si a mi me llaman el Sejourné español, a Vd. le van a llamar, merecidamente, el Freissinet ~~francés~~.

Mucho he sentido que no asistiera Vd. al Congreso de Lieja, que ha sido interesantísimo.-

Le abraza su buen amigo y compañero,

FIGURA 55. CARTA DE EUGENIO RIBERA A SÁNCHEZ DEL RÍO EN LA QUE LE COMPARA CON FREYSSINET

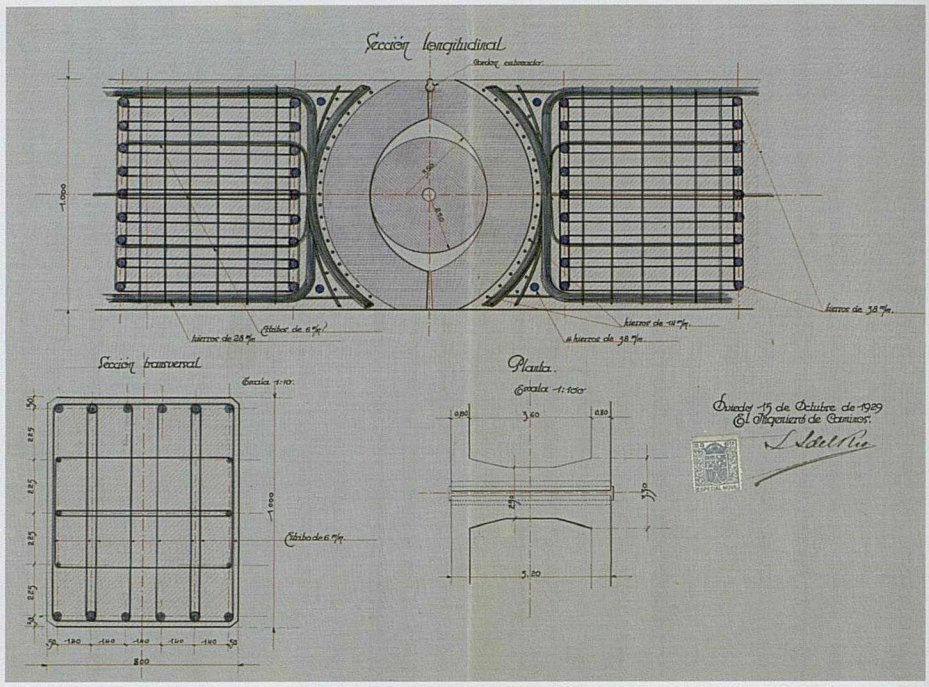



FIGURA 56. DETALLE DE LA ARTICULACIÓN MEDIANTE RODILLOS DE FIBROCEMENTO EN EL PROYECTO DE PUENTE SOBRE EL NALÓN

así se evitaría obstaculizar la corriente del río con una pila central, pero también incluye motivos estéticos y, como él dice, ingenieriles, terminando su argumentación con una frase contundente: "sin ningún titubeo se ha aceptado el vano único de 80 metros para dejar pasar con la reverencia eterna de sus arcos altivos las aguas enlutadas del Nalón, resignado y temible" [ FIG. 56 ].

La tipología de arco articulado en la clave, aunque con otra solución constructiva, la articulación Mesnager, había sido utilizada por él en una obra anterior, el puente sobre el Narcea en Láneo, de 1928, que salvaba una luz de 40 metros con un solo vano. Tenía la característica novedosa de que los arcos estaban empotrados en los arranques, lo cual llamó la atención de Eugenio Ribera, que publicó un elogioso artículo en la *ROP* en 1931. Es de destacar que Ribera, sin dejar de impresionarle los razonamientos técnicos con los que Sánchez del Río justifica su proyecto, consideraba más importantes los argumentos de orden estético [ FIG. 55 ].

Por fin, en 1935, pudo aplicar una variante de su idea en los apoyos libres de un tramo de 70 metros de un acueducto

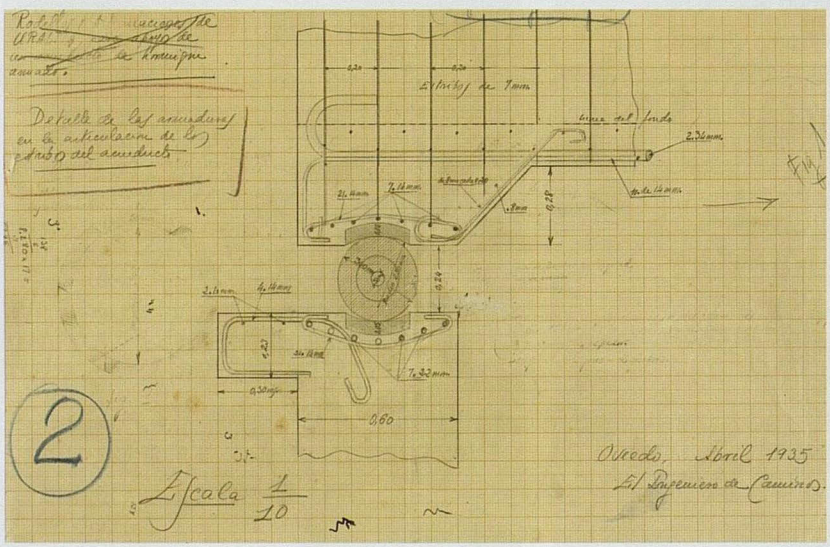



FIGURA 57. CROQUIS DEL DETALLE DE APOYO MEDIANTE RODILLOS DE FIBROCEMENTO PARA EL ACUEDUCTO SOBRE EL RÍO PIGÜEÑA

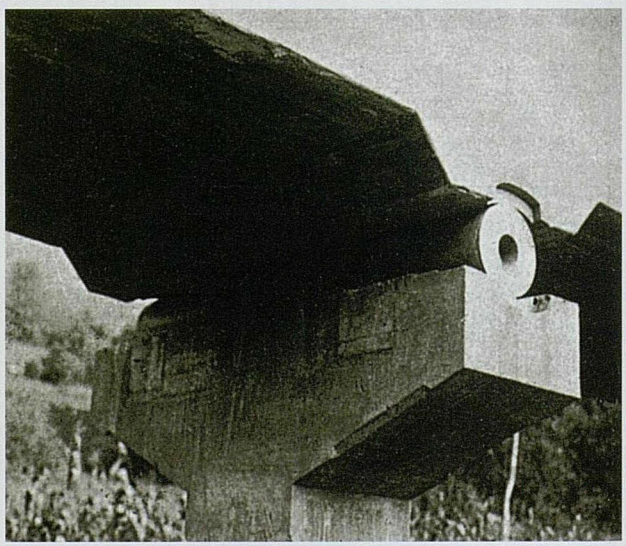


FIGURA 58. APOYO LIBRE EN EL ACUEDUCTO SOBRE EL RÍO PIGÜEÑA



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

sobre el río Pigüeña, arrasado por una crecida y cuya reconstrucción le había sido encomendada. Sánchez del Río se mostró muy satisfecho con la sencillez de su solución, que era "el huevo de Colón". "Un tubo de gran espesor de pared, colocado entre dos trozos de otro tubo de fibrocemento cortado en trozos longitudinales, con el objeto de repartir las presiones y transmitirlas a la masa de hormigón. Ese es todo el sistema. Sencillo, eficaz y económico" [ FIGS. 57 y 58 ].

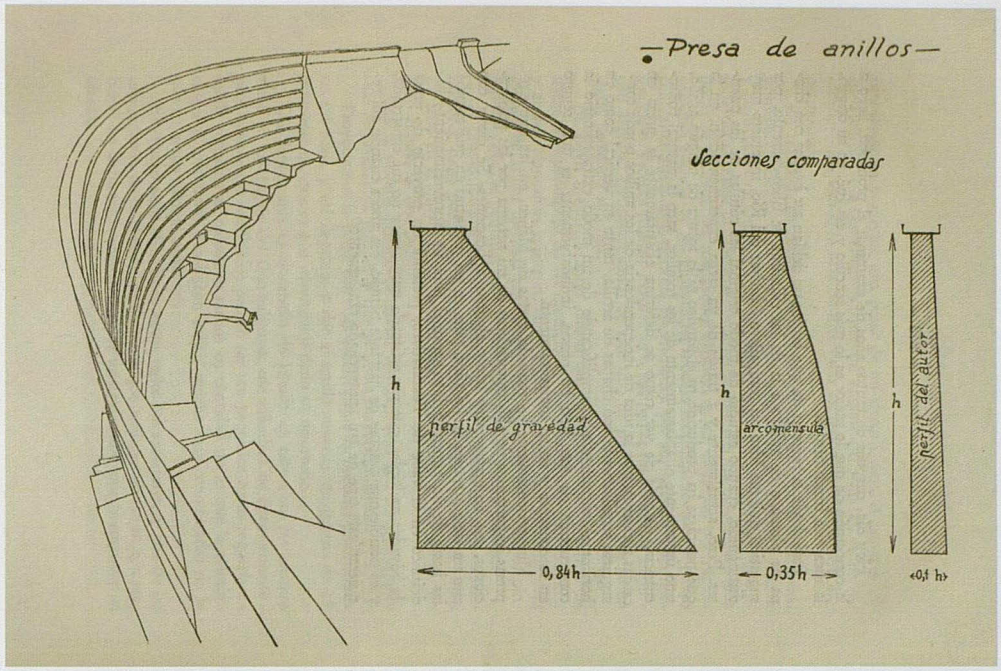



FIGURA 59. PRESA DE ANILLOS DE ALFONSO PEÑA BOEUF. A. PEÑA, *MEMORIAS DE UN INGENIERO POLÍTICO*. BIBLIOTECA DE LA FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Para comprobar las virtudes del mecanismo realizó varios ensayos en el laboratorio de la Escuela de Caminos, actualmente Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX. Animado por los buenos resultados obtenidos, le propuso a su compañero Alfonso Peña utilizar el sistema para las juntas de los anillos de las presas-bóvedas que éste había concebido. Ambos ingenieros estudiaron el problema y aunque la viabilidad de la solución pareció demostrada, haciéndose incluso una prueba con resultados positivos en la ataguía realizada para la construcción del pantano del Generalísimo en Benageber, Peña terminó por inclinarse por la utilización de capas de arcilla en esas juntas, aunque sí se aplicó el sistema ideado por Sánchez del Río en otras obras que se mencionarán más adelante, como el hangar del INTA o el puente de Santo Domingo de la Calzada en Haro [ FIGS. 59 y 60 ].

Durante los años treinta Ildefonso Sánchez del Río permanece, y muy activo, en su puesto de ingeniero municipal de Oviedo, cuya alcaldía es ganada por los socialistas en las elecciones de 1931. No es fácil determinar cuál fue la actitud de Sánchez del Río ante la nueva situación política. Ya conocemos dónde se encontrará en 1936, pero se puede conjeturar que, como en tantos otros, se produjo en él una evolución causada por la radicalización creciente de la vida política y social, circunstancias de las que difícilmente se podía escapar. Y especialmente en Asturias, donde los acontecimientos de octubre de 1934 marcaron indudablemente una línea divisoria. Pero en los primeros

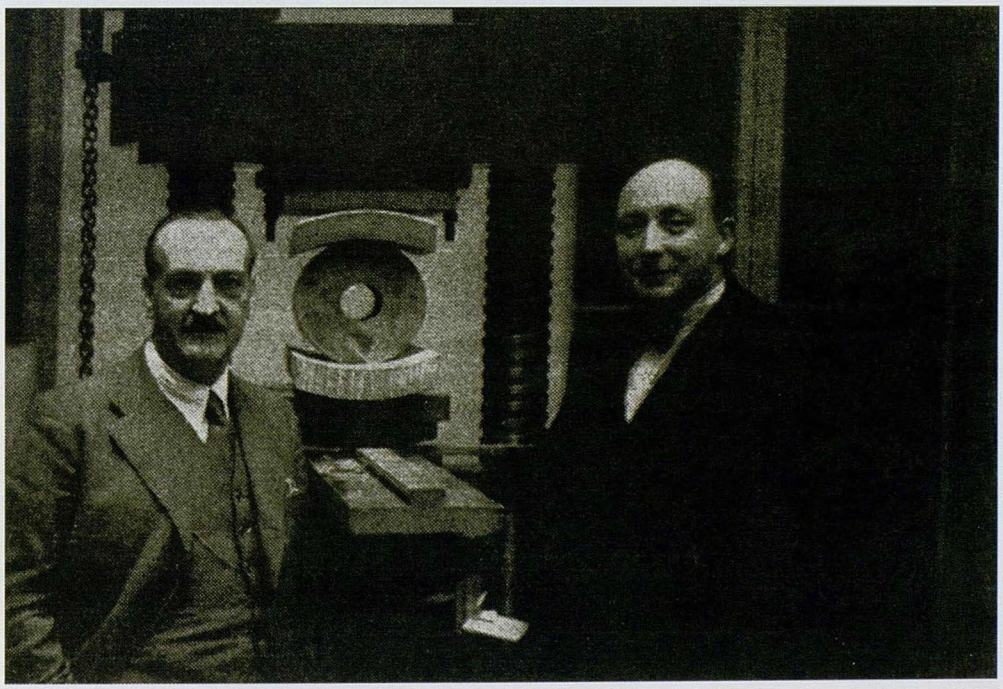


FIGURA 60. ALFONSO PEÑA E ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO ANTE UN ENSAYO DE LOS RODILLOS DE FIBROCEMENTO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO




FIGURA 61. PRIMER PROYECTO REALIZADO PARA EL ORFANATO DE MINEROS ASTURIANOS

años de la República colaboró con el Orfanato de Mineros Asturianos, una institución ligada a la Unión General de Trabajadores. El primer director del Orfanato fue el pedagogo e ingeniero de minas gijonés Ernesto Winter, que promovió la construcción de los edificios que albergarían el centro. Para ello se convocó un concurso, que ganaron Enrique R. Bustelo y Francisco Casariego, arquitectos municipales de Oviedo, y con los que colaboró Sánchez del Río en la solución de algunas cuestiones relativas a la estructura. De forma más directa, el Orfanato encargó a nuestro ingeniero estudiar una variante de la carretera de Pumarín a Fitoria, lo que se hacía necesario por las obras del propio Orfanato. En este estudio, el interlocutor de Sánchez del Río fue Winter, cuyas "indicaciones lógicas y racionales" siguió el ingeniero en su proyecto, del que redactó dos versiones, una en 1931 y otra al año siguiente [ FIG. 61 ].

A partir de 1934 la historia del Orfanato se hizo turbulenta, dimitiendo Winter de su cargo de director en julio de 1936. Permaneció en Oviedo, quizás creyendo que no tenía por qué temer, pero el 6 de noviembre un grupo de sublevados lo sacó del Orfanato junto con su hijo mayor, asesinando a ambos.

Una labor de menor protagonismo que otras, al venir normalmente condicionada por un proyecto arquitectónico, pero habitual en los ingenieros de Caminos, es el proyecto y cálculo de estructuras para edificios. Fue notable la actividad de Sánchez del Río en este campo, incluyendo las obras de reparación o reconstrucción de inmuebles dañados en la Revolución de Octubre y sobre todo en la Guerra Civil. También en estos trabajos buscó Sánchez del Río soluciones nuevas en la medida de lo posible, siendo quizá lo más interesante desde el punto de vista de su desarrollo posterior el uso de forjados nervados, es decir de hormigón aligerado mediante bovedillas, que fueron de hormigón en un primer momento y finalmente cerámicas. En el edificio para los Almacenes Simeón de Oviedo, construido en 1935, el forjado entre los nervios es una losa de hormigón armado de 8 centímetros de espesor, pero ya en 1940, en la estructura para el edificio de Anís de la Asturiana, el forjado es de cerámica armada, lo que supone entre otras ventajas una notable disminución del peso propio. [ FIG. 62 ]

En 1935 presentó su primera patente en este campo, a la que seguirán otras nueve, la última de 1967.

En el llamado Edificio Figaredo, situado en la calle Uría 20-30 de Oviedo, diseñado por el arquitecto Francisco Somolinos y terminado en 1941, se llegó a salvar una luz de 18 metros, correspondiente al patio de butacas del cine que ocupaba la planta baja, y que tenía una sala de fiestas en el piso superior, con un canto de forjado de 40 centímetros. Sánchez del Río llamó a estos forjados Río - Cerámica, y ese será el nombre de la Sociedad que se creará para su explotación en 1942. Como resulta obvio, entre sus estructuras de edificación resultan más interesantes

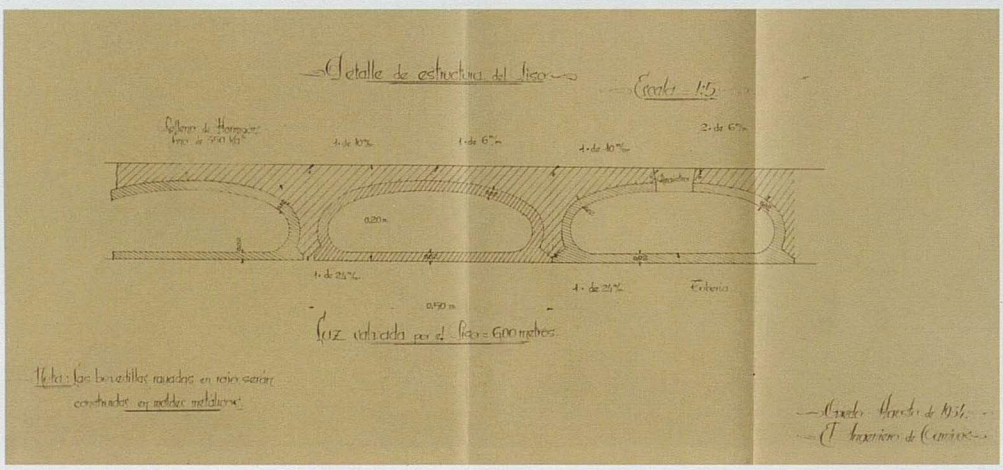



FIGURA 62. DETALLE DE FORJADO CON BOVEDILLAS DE CEMENTO, 1934



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

aquellas en las que se exigen luces importantes, como es el caso de cines, teatros y auditorios [ FIG. 63 ].

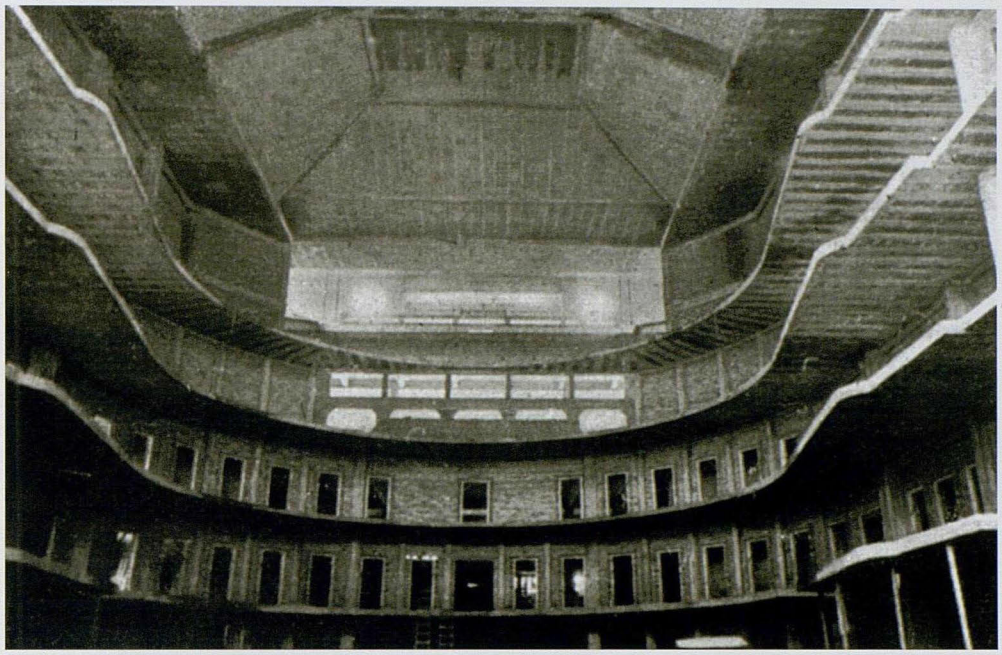


FIGURA 63. EL TEATRO CAMPOAMOR EN CONSTRUCCIÓN. *URBANISMO*. EDITADO POR LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE CAMINOS, 1942. BIBLIOTECA DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID

La reconstrucción del conocido Teatro Campoamor de Oviedo dio comienzo en 1935 pero no pudo terminarse hasta finalizada la guerra, empleándose una viga Vierendel de 35 metros de luz. El proyecto fue realizado por los mismos técnicos que en el Orfanato antes citado: Bustelo, Casariego y Sánchez del Río. Aunque éste dejó su puesto de ingeniero municipal en 1941, trasladando su domicilio a Madrid, a la calle O'Donnell, siguió muy ligado a diversos proyectos en Asturias. En los primeros y duros tiempos de posguerra intervino en la reconstrucción del Teatro Jovellanos en Gijón, con los arquitectos José María Mendoza y Gonzalo Cárdenas, así como en el Teatro Filarmónica, este último de nueva planta según proyecto de Ramón González Villamil e inaugurado en Oviedo en 1944. De ese mismo año data su participación en la estructura del Edificio Gran Vía, situado en el número 66 de la calle de ese nombre en Madrid, proyectado por el arquitecto Germán Álvarez de Sotomayor y en el que se incluía una sala de cine además de once plantas destinadas a oficinas y viviendas. Los forjados eran productos de la empresa Río - Cerámica, que como hemos visto había sido fundada dos años antes.

También intervino en numerosos proyectos de estructuras para edificios e instalaciones industriales y mineras, aplicando siempre que pudo los forjados nervados. Entre otras obras, pueden citarse las naves en diente de sierra para la Fábrica de Armas de Oviedo, las tolvas para mineral de hierro de la empresa Duro Felguera o la fábrica de Anís de la Asturiana [ FIGS. 64, 65, 66, 67 y 68 ].



FIGURA 64. NAVES EN CONSTRUCCIÓN PARA LA FÁBRICA DE ARMAS DE OVIEDO. *URBANISMO*. EDITADO POR LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE CAMINOS, 1942. BIBLIOTECA DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID

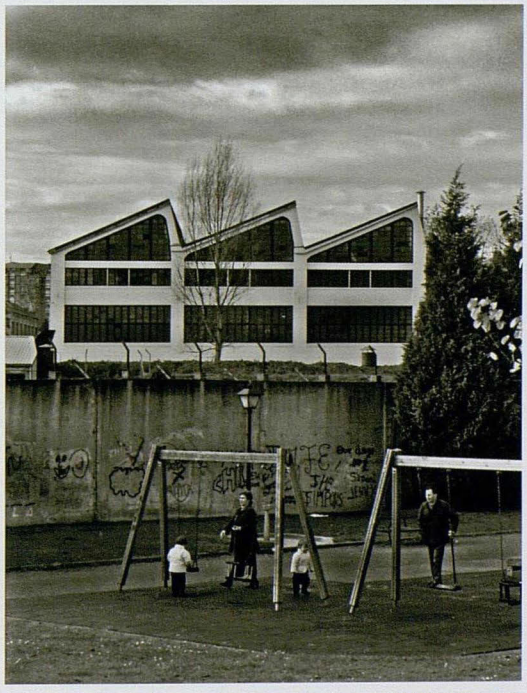


FIGURA 65. LA FÁBRICA DE ARMAS EN LA ACTUALIDAD. FOTOGRAFÍA DE ÁNGEL SANCHÍS CIENFUEGOS-JOVELLANOS



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

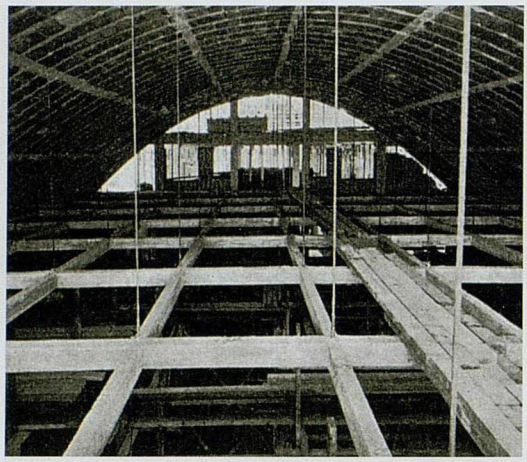


FIGURA 68. CUBIERTA DEL CINE GRAN VÍA EN MADRID

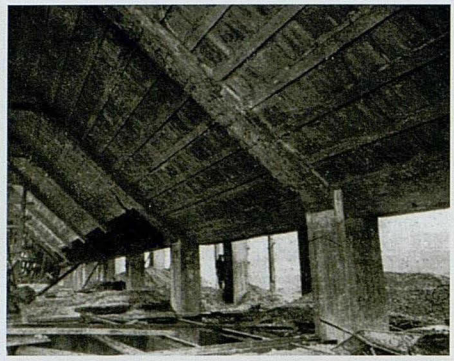


FIGURA 66. TOLVAS PARA MINERAL DE LA EMPRESA DURO FELGUERA. *URBANISMO*. EDITADO POR LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE CAMINOS, 1942. BIBLIOTECA DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID

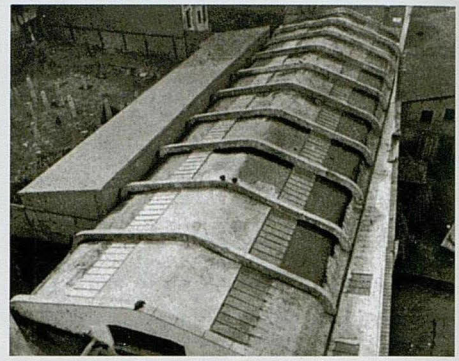
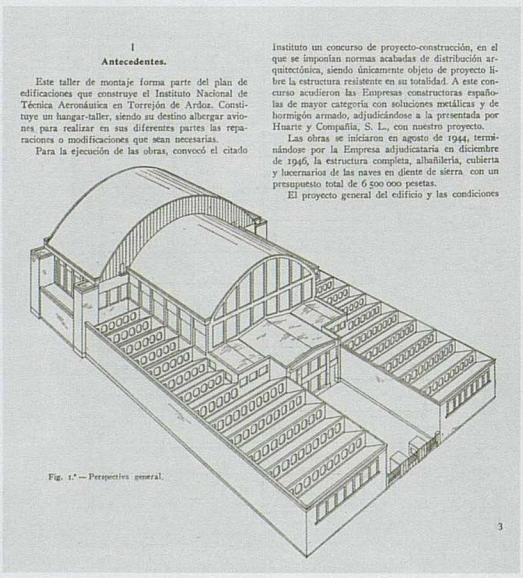


FIGURA 67. CUBIERTA DE LA FÁBRICA DE ANÍS DE LA ASTURIANA EN OVIEDO. URBANISMO. EDITADO POR LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE CAMINOS, 1942. BIBLIOTECA DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID

Una obra importante en la que pudo aplicarse su sistema de rótulas de fibrocemento fue el edificio del taller de montaje del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), construido en Torrejón de Ardoz entre 1944 y 1946, y que tiene además el interés de que fue una colaboración de Ildefonso Sánchez del Río con el gran ingeniero Carlos Fernández Casado, encargándose Luis Cabrera de la arquitectura del edifico. Describieron el proyecto en dos artículos publicados en 1951 en la *ROP*, firmados conjuntamente pero cuya gran sobriedad expresiva hace pensar que la pluma de Sánchez del Río intervino poco en su redacción. Además del empleo de las articulaciones, parece atribuible a Ildefonso Sánchez del Río el uso de forjados Río - Cerámica en parte de las cubiertas y pisos del edificio [FIGS. 69 y 70].

Un trabajo para él menos habitual había sido el encargo que le hizo el Ayuntamiento de Mieres en 1938, consistente en la redacción del proyecto del servicio municipal de transportes de esa localidad, trabajo que entregó en septiembre de 1940. Más trascendencia tuvo su participación, a petición de un amigo contratista, en el concurso convocado en 1939 para el proyecto y construcción del dique Oeste del puerto de Palma de Mallorca. Para ello planteó el empleo de grandes cajones de hormigón armado cuyo núcleo central era cilíndrico, y que por tanto resistirían los empujes exteriores de modo similar al de las bóvedas verticales usadas en sus depósitos de agua. El concurso les fue adjudicado, y para llevar a cabo la obra, financiada por el Banco Central, se constituyó la que llegaría a ser una de las grandes constructoras españolas, la Sociedad Dragados y Construcciones, de la que fue consejero fundador. El dique se construyó finalmente de escollera, habida cuenta de la buena calidad de la piedra de una cantera cercana y por iniciativa del director de Dragados, Luís Sánchez Guerra.

No había sido esta la primera incursión de Ildefonso Sánchez del Río en el mundo empresarial. En 1939 fundó Industrias Río del Caucho para comercializar sus patentes de cilindros laminadores del caucho, según él mismo escribe, si bien no hemos podido encontrar esas pa-



1

**Antecedentes.**

Este taller de montaje forma parte del plan de edificaciones que construye el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica en Torrejón de Ardoz. Constituye un hangar-taller, siendo su destino albergar aviones para realizar en sus diferentes partes las reparaciones o modificaciones que sean necesarias.

Para la ejecución de las obras, convocó el citado Instituto un concurso de proyecto-construcción, en el que se imponían normas acabadas de distribución arquitectónica, siendo únicamente objeto de proyecto libre la estructura resistente en su totalidad. A este concurso acudieron las Empresas constructoras españolas de mayor categoría con soluciones metálicas y de hormigón armado, adjudicándose a la presentada por Huarte y Compañía, S. L., con nuestro proyecto.

Las obras se iniciaron en agosto de 1944, terminándose por la Empresa adjudicataria en diciembre de 1946, la estructura completa, albañilería, cubierta y lucernarios de las naves en diente de sierra con un presupuesto total de 6 500 000 pesetas.

El proyecto general del edificio y las condiciones

Fig. 1.ª — Perspectiva general.

3

FIGURA 69. TALLER DE REPARACIONES DEL INTA. REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, 1951, TOMO 1

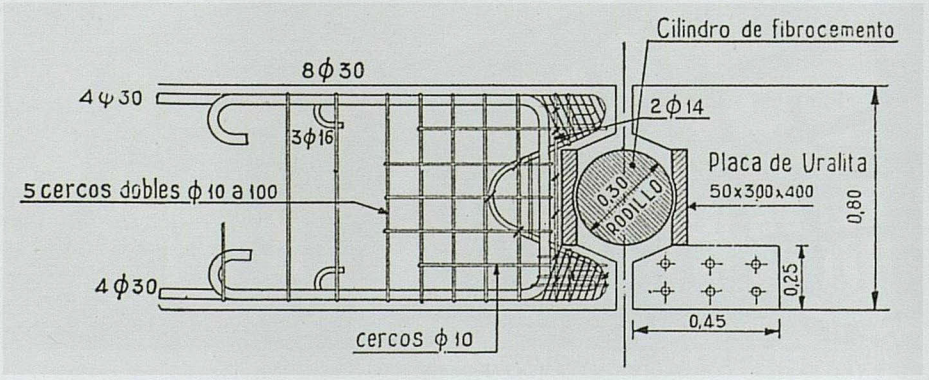
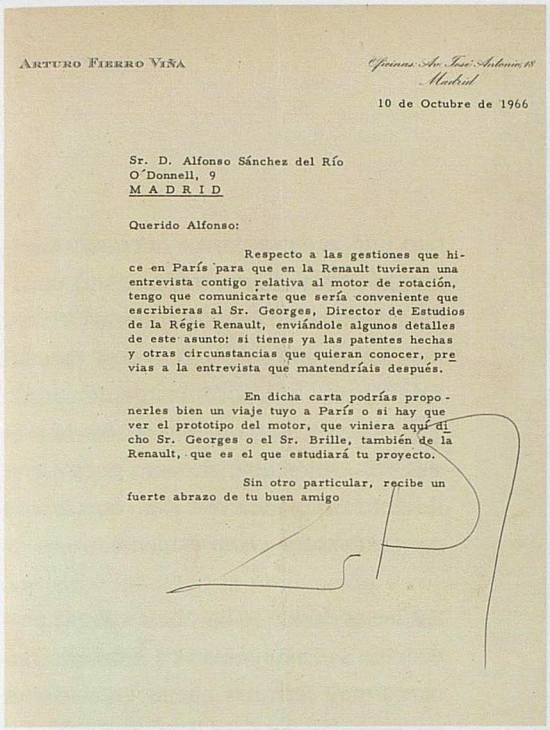



FIGURA 70. DETALLE DE ARTICULACIÓN DE LA CLAVE DE LOS ARCOS EN EL HANGAR DEL INTA. REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, 1951, TOMO 1



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



ARTURO FIERRO VIÑA

Oficinas: Avd. José Antonio, 18
Madrid

10 de Octubre de 1966

Sr. D. Alfonso Sánchez del Río
O´Donnell, 9
M A D R I D

Querido Alfonso:

Respecto a las gestiones que hice en París para que en la Renault tuvieran una entrevista contigo relativa al motor de rotación, tengo que comunicarte que sería conveniente que escribieras al Sr. Georges, Director de Estudios de la Régie Renault, enviándole algunos detalles de este asunto: si tienes ya las patentes hechas y otras circunstancias que quieran conocer, previas a la entrevista que mantendríais después.

En dicha carta podrías proponerles bien un viaje tuyo a París o si hay que ver el prototipo del motor, que viniera aquí dicho Sr. Georges o el Sr. Brille, también de la Renault, que es el que estudiará tu proyecto.

Sin otro particular, recibe un fuerte abrazo de tu buen amigo

FIGURA 72. CARTA DE ALFONSO FIERRO RECOMENDANDO A SÁNCHEZ DEL RÍO LAS GESTIONES QUE DEBE HACER PARA PRESENTAR SU PROYECTO DE MOTOR A LA RENAULT

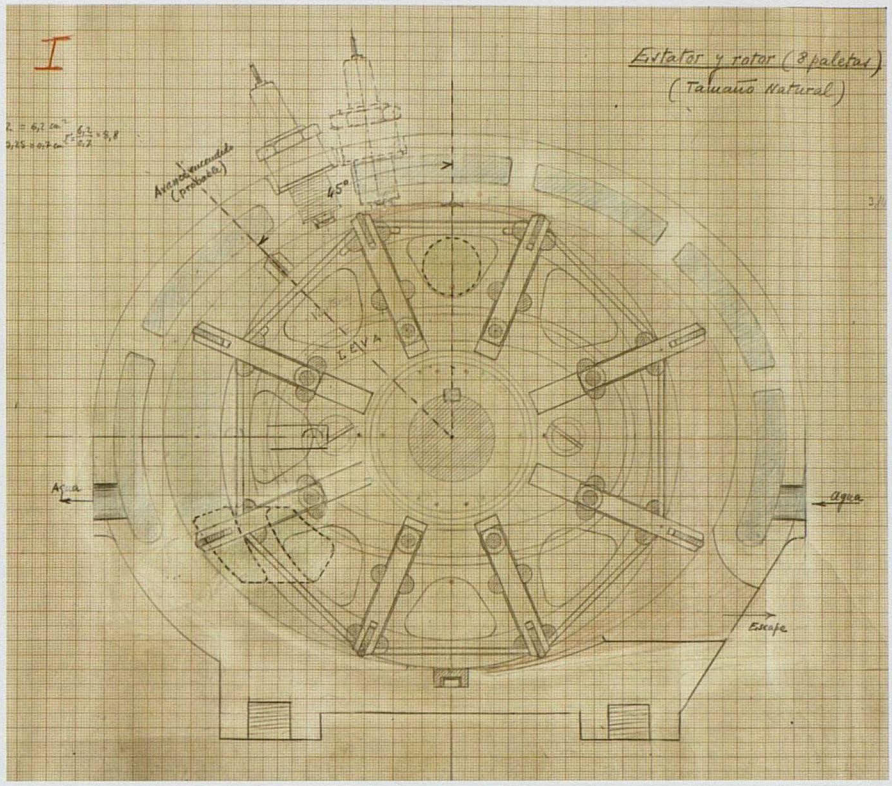



FIGURA 71. CROQUIS PARA MOTOR ROTATORIO

tentes en el Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM). La empresa fue adquirida por la gran multinacional alemana Continental AG, pasando la filial española a llamarse Continental Industrias del Caucho, de la que fue presidente Sánchez del Río.

A pesar de estas actividades, no puede decirse que Sánchez del Río tuviera una clara mentalidad empresarial. Más bien parece que su actitud ante el mundo de la empresa era considerar a ésta una herramienta con la que materializar, difundir, poner en el mercado sus inventos. Parece concederle más importancia a éstos, que son el resultado de sus ideas e investigaciones, que a la dinámica propia de la empresa. Como hemos visto, y al margen de incursiones en otras materias, como el curioso motor rotatorio en cuyo diseño trabajó, fue en el campo de los forjados y de la industrialización de la construcción donde se encontró más a gusto [ FIGS. 71, 72 y 73 ].

Como hemos mencionado anteriormente ya desde los primeros años treinta dedicó permanente esfuerzo a la búsqueda de una solución económica y racional al problema de los pisos en los edificios, mediante la utilización de su material favorito, el hormigón armado. En 1935 patentó "Un nuevo procedimiento de construcción de pisos de hormigón armado", al que siguen otras patentes más, de las que puede destacarse la presentada en 1944 con el título "Procedimiento per-

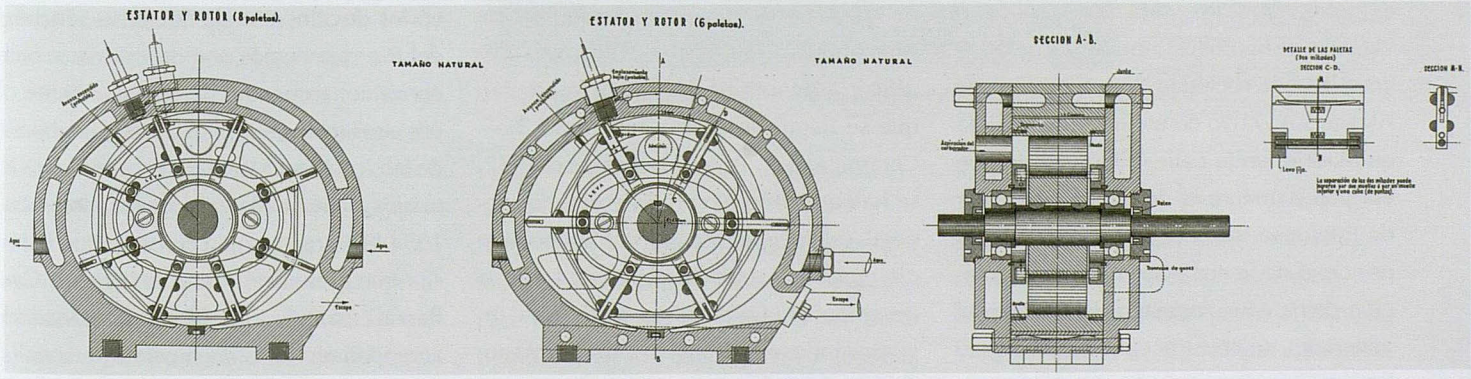



FIGURA 73. MOTOR ROTATORIO O TURBOGIRO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO







FIGURAS 74 Y 75. LAS PATENTES DE FORJADOS FUERON EXPLOTADAS POR OTRAS EMPRESAS ADEMÁS DE POR LA PROPIA RÍO - CERÁMICA

feccionado para la construcción de forjados nervados de hormigón armado, aplicable a toda clase de pisos y bóvedas". Por supuesto que no es el único en investigar este tema: en el ya mencionado Archivo Histórico de la OEPM y para el periodo que abarca de 1930 a 1945, se encontraron unas 120 patentes relacionadas con sistemas de construcción de forjados, entre ellas una de Eduardo Torroja de 1938 y otra de Víctor Dors de 1941.

Encaminada la solución constructiva de los forjados mediante el uso de elementos aligerantes constituidos por bovedillas cerámicas, que sirven asimismo como encofrados perdidos para los nervios o viguetas de hormigón armado, en 1942 se constituyó la sociedad Río - Cerámica de Alcalá, S.A., cuyo domicilio social residía en Madrid, en la calle O'Donnell 9, que era precisamente el domicilio particular de Ildefonso Sánchez del Río. El objeto principal de la sociedad era "la explotación de patentes industriales referentes a materiales de construcción de cerámica, hormigón y hierro..." [ FIGS. 74 y 75 ].

El capital social fue inicialmente de siete millones de pesetas, suscribiéndose 5.250.000 por los veintiún socios fundadores, entre los que figuraban el propio Ildefonso, con 450.000 pesetas, y su madre Doña Presentación Pisón Echeverría con idéntica cantidad. Ildefonso Sánchez del Río fue elegido presidente del Consejo de Administración y su hermano Luís asumió el cargo de director gerente. A lo largo de los años de vida de la empresa fueron realizándose sucesivas ampliaciones de capital, hasta llegar a los cincuenta millones de pesetas en el año 1956. Parte de las acciones de esta última ampliación fueron entregadas a cambio de maquinaria y utillaje importados de Alemania. En esa misma ocasión se modificó la denominación de la sociedad, que se llamó desde ese momento Río - Cerámica, S.A. Anteriormente, en 1952, se había creado el cargo de director general, que ocupó José María Moreno Avecia, pasando Luís Sánchez del Río a desempeñar la dirección comercial, e incorporándose al Consejo otro hermano, Carlos. Entre los consejeros de la sociedad puede destacarse a Secundino Felgueroso Nespral, miembro de una conocida familia de empresarios asturianos muy ligada a la siderurgia y a la minería. Felgueroso fue vicepresidente desde 1952 hasta 1962, cuando pasó a la presidencia, intercambiando su puesto con Ildefonso Sánchez del Río, que quedó por tanto como vicepresidente.

Las naves donde se llevaba a cabo la producción se encontraban en Alcalá de Henares, muy cercanas a unas instalaciones militares situadas en el llamado Predio Zulema. El día 6 de septiembre de 1947 se produjo una enorme explosión en dos galerías del polvorín perteneciente a dichas instalaciones, cuya onda expansiva removió un millón de toneladas de tierra, al menos según relataba el NODO de la época. Las primeras noticias de prensa cifraban el número de víctimas mortales en diez, si bien otras fuentes elevan la cifra definitiva hasta veinticuatro, entre ellas varios trabajadores de Río - Cerámica, cuyas naves quedaron casi totalmente arrasadas.

No hemos encontrado ninguna referencia a este trágico suceso en las actas del Consejo de Administración de la Sociedad ni en los documentos de Ildefonso Sánchez del Río que hemos podido examinar. Sea como consecuencia de este accidente o por otros motivos, se trasladaron las labores de fabricación a Madrid, a unos terrenos situados al final de la calle Embajadores. En 1954 la prensa recogió con amplitud la visita que el ministro del Aire, general Gallarza, realizó a la fábrica de Madrid acompañado de otras muchas personalidades, entre las que podemos destacar al



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

presidente del Consejo de Obras Públicas, Fernando Casariego, o al director del Instituto Técnico de la Construcción, Eduardo Torroja. En esa visita se mostraron, además de las instalaciones, los resultados de los ensayos realizados a escala 1:10 sobre arcos de 100 metros de luz concebidos mediante unos procedimientos constructivos de nueva invención. Y es que, sin abandonar la producción y comercialización de los forjados cerámicos ya conocidos, Ildefonso Sánchez del Río se había embarcado, y con él Río - Cerámica, en un nuevo proyecto al que iba a dedicar la mejor parte de su atención en las décadas de los años cincuenta y sesenta, las dovelas-onda. Pero antes de exponer con más detalle este tema, retrocederemos un poco en el tiempo para relatar brevemente lo que puede considerarse un paréntesis en la vida profesional de Sánchez del Río, no porque fuese algo carente de relación con su profesión sino porque parecía casar mal con su actitud vital ante el ejercicio de la ingeniería, de la ingeniería bohemia como también decía Alfonso Peña [ FIG. 76 ].



# LA TECNICA CONSTRUCTIVA ESPAÑOLA NOS SORPRENDE CON UN EJEMPLAR AVANCE

**El pasado día 17 se realizaron en presencia del ministro del Aire, director general de Arquitectura, presidente del Consejo de Obras Públicas y diversas personalidades nacionales y extranjeras—entre estas últimas sobresalían profesores y técnicos de la A. E. S. E. Norteamericana—pruebas de materiales cerámicos concebidos de manera especial para hangares y grandes naves.**

El ministro del Aire, teniente general González Gallarza, en unión de diversas autoridades y técnicos, visitó el pasado día 17 la fábrica "Río-Cerámica de Alcalá, Sociedad Anónima", que ha montado recientemente una moderna instalación para la fabricación de piezas cerámicas especiales para la construcción. La propia fábrica está construida con este material y consta de tres magníficas naves cubiertas por bóvedas de hormigón armado aligeradas con estas piezas cerámicas. Una de ellas cubre una luz de 30 metros con sólo un espesor de veintidós centímetros. Este sistema de construcción reporta unas economías muy considerables y elimina toda clase de inconvenientes para lograr la construcción de naves de más de 100 metros de luz. De las pruebas realizadas sobre estas bóvedas, a las que se ha sometido a pesos muy considerables, resulta que las deformaciones fueron solamente de una décima de milímetro sobre los modelos, equivalentes a un milímetro en la bóveda real, que es inapreciable dada su extraordinaria luz.

El ministro recorrió detenidamente estas instalaciones, acompañado del presidente del Consejo de "Río Cerámica", don Ildefonso Sánchez del Río, los directores señores Moreno y Sánchez del Río y consejeros, que le explicaron todo el proceso de fabricación de este material y su aplicación.

Insistimos con detalle en el interés técnico de la visita. Aparte de ver la modernísima instalación industrial dedicada a la producción de las citadas piezas cerámicas, que permiten la construcción de magníficas naves cubiertas por bóvedas realizadas de hormigón armado, la última bóveda construída, sin tirante alguno, que cubre una luz de 30 metros, y que será utilizada para los servicios de la fábrica "Río-Cerámica", ha sido una buena prueba realizada por la Sociedad para conseguir la fabricación de cubiertas de 106 metros de luz.

La descripción somera de la cubierta, que se ha probado con un modelo reducido escala 1:10, es la siguiente: la cubierta está formada por arcos, de directriz catenoide, de hormigón armado y las dimensiones son las que dejan entre sí las piezas cerámicas que sirven de encofrados perdidos y para transmitir los esfuerzos cortantes que son resistidos por el material cerámico. Estos arcos van separados entre sí 0,50 milímetros y van colocados de forma tal que la generatriz de la cubierta resulta una línea ondulada cuyo objetivo es dar una gran inercia al conjunto. Las pruebas se han realizado por el laboratorio de la Escuela de Caminos, que con aparatos de alta precisión que pueden apreciar hasta centésimas de milímetro, han medido las deformaciones de la estructura al ser sobrecargada. Los resultados han sido altamente satisfactorios y es probable la futura construcción de estos hangares.

La invitación hecha por "Río-Cerámica de Alcalá, S. A." a las distintas personalidades para la visita de su fábrica obedece al deseo de mostrar su moderna instalación para la fabricación de las piezas cerámicas especiales, base de los procedimientos conocidos por la denominación "Río-Cerámica". Este sistema facilita grandemente la ejecución de toda clase de pisos y cubiertas, realizados con profusión en toda España.

Un ejemplo de lo que puede realizarse con estos procedimientos constructivos lo ofrece la construcción de la propia fábrica "Río-Cerámica" con grandes naves en bóveda con luces de 12 y 18 metros, y la recientemente construída de 30 metros. Esta última, como todas las anteriores, es en esencia una bóveda nervada de hormigón armado, creándose los nervios resistentes al rellenar de ormigón los espacios entre las grandes piezas especiales cerámicas, en forma racionalmente estudiada para que el material trabaje en condiciones óptimas resistentes. El espesor de esta bóveda es de 22 centímetros, y como está integrada por gran número de celdas de aire proporcionadas por las piezas "Río-Cerámica", las condiciones de ligereza y aislamiento térmico son notables.

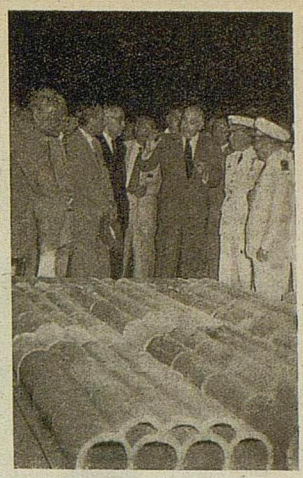
Ahora bien, al pretender construir bóvedas cada vez mayores del tipo corriente, se vió que era preciso aumentar sus espesores, con el consiguiente aumento de peso y, por lo tanto, de coste de la obra, si en ellas se quiere evitar el peligro de pandeo. De todos es sabido que, si se ondula la cubierta creando una superficie de doble curvatura, la rigidez se aumenta extraordinariamente, y ésta ha sido la idea o base que se ha tenido para la ejecución de las bóvedas de gran luz, como la concebida para un hangar de 106 metros. (Estas dimensiones son ya extraordinarias y corresponden a las mayores realizadas hasta la fecha.)

Por estos procedimientos no existe inconveniente técnico para lograr luces aún mayores sin desbordar las posibilidades económicas. Pero una realización de esta naturaleza, según han concebido los ingenieros de Caminos de "Río-Cerámica", precisaba unas garantías (independientemente de los cálculos) de seguridad que sólo podían tenerse mediante minuciosas pruebas.

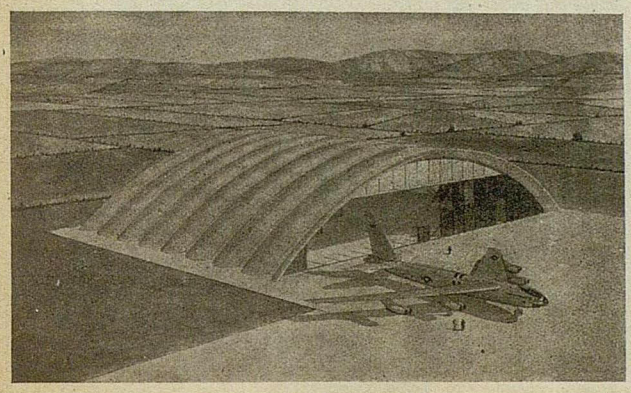
Y esto ha sido el motivo principal de la visita a la fábrica "Río-Cerámica de Alcalá, S. A.": conocer el resultado obtenido por el laboratorio de ensayos de la Escuela de Ingenieros de Caminos, mediante el empleo de aparatos extremadamente precisos que acusan deformaciones de la centésima de milímetro, aplicados a un modelo reducido a escala 1:10 de un trozo de bóveda de 100 metros de luz.

Los resultados obtenidos no han podido ser más satisfactorios, pues aplicados los pesos sobre el modelo, equivalentes a los más desfavorables que la bóveda real podría tener (viento y nieve), las deformaciones fueron solamente una décima de milímetro, equivalente a un milímetro en la bóveda real, despreciable, dada su extraordinaria luz.

Al finalizar las pruebas y la visita, el presidente de la entidad "Río-Cerámica de Alcalá, S. A.", don Ildefonso Sánchez del Río, a quien acompañaban los directores de la misma, señores Moreno y Sánchez del Río, y demás componentes del Consejo de Administración y técnicos de la empresa, recibieron la felicitación unánime de todos los asistentes al acto.



**El ministro del Aire acompañado del presidente del Consejo de Administración de "Río-Cerámica de Alcalá, S. A.", don Ildefonso Sánchez del Río, y directivos de la Empresa, visita las instalaciones. En la fotografía aparecen algunos miembros de la A. E. S. E. norteamericana.-(Foto CIFRA.)**



**Bóveda "Río Cerámica", ondulada y aislante, de 100 metros de luz por hangar.**

FIGURA 76. LA VISITA DEL MINISTRO DEL AIRE A LA FÁBRICA DE RÍO - CERÁMICA FUE NOTICIA EN LA PRENSA DIARIA Y TAMBIÉN EN REVISTAS COMO EN EL NÚMERO 742 DE *MUNDO*, DEL AÑO 1954

Alfonso Peña Boeuf había desempeñado el cargo de ministro de Obras Públicas desde enero de 1938 hasta julio de 1945, siendo sustituido por el general Fernández Ladreda, viejo conocido y amigo de Ildefonso Sánchez del Río, al que ofreció la Dirección General de Caminos, ofrecimiento que fue aceptado no sin algunas reticencias. Tomó posesión el 10 de agosto de 1945 y permaneció en el puesto hasta el 6 de agosto de 1951, tras cesar el ministro en la crisis de gobierno que, como era costumbre, había tenido lugar el 18 de julio anterior. Fueron por tanto casi exactamente seis años en la Dirección General, lo que no es poco tiempo, y en los que Ildefonso Sánchez del Río, mal que bien, procuró adaptarse a las exigencias del cargo en el que, como él mismo decía, había perdido la libertad. De esta etapa quedó el Plan de Modernización de Carreteras elaborado en su Dirección General y aprobado por



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

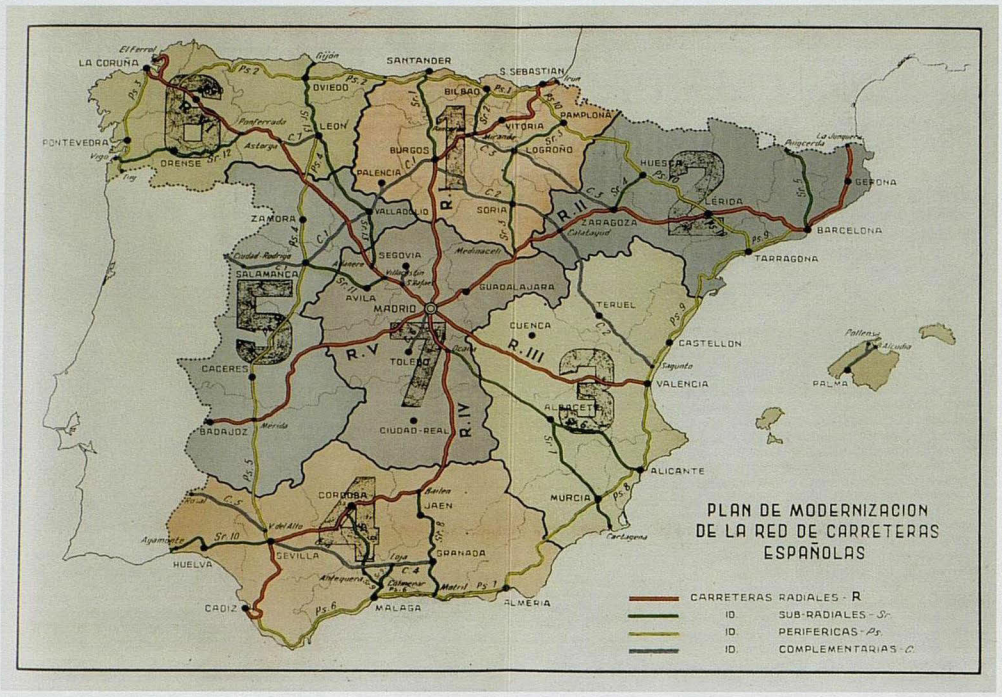



FIGURA 77. MAPA GENERAL DEL PLAN DE MODERNIZACIÓN DE CARRETERAS. BIBLIOTECA DE LA FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

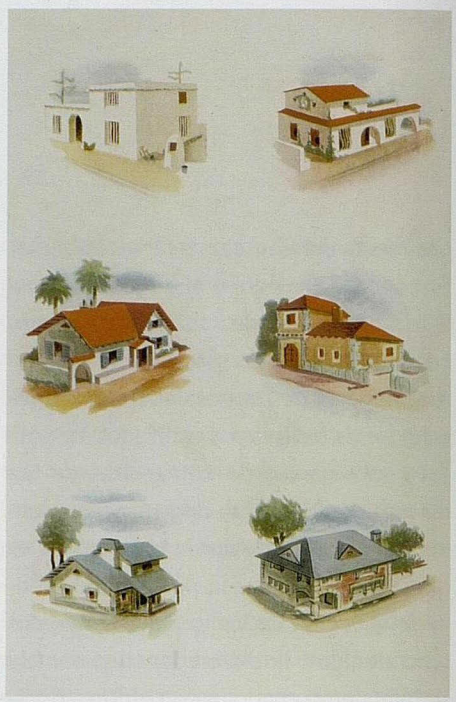
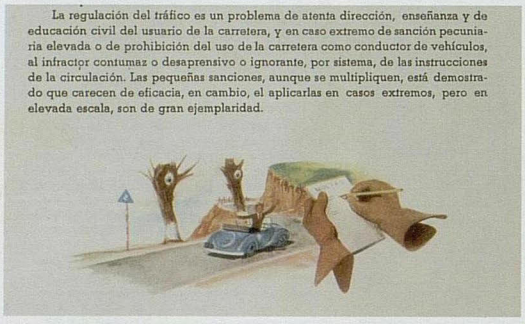


FIGURA 78. EL PLAN PROPONÍA VARIAS TIPOLOGÍAS PARA LAS VIVIENDAS DE PEONES CAMINEROS, ADAPTADAS A LAS DIFERENTES PECULIARIDADES REGIONALES

el Gobierno al final de su mandato. En su discurso de despedida, y yendo más allá de la exuberancia retórica propia del personaje y de la circunstancia, puede detectarse un sincero alivio por la libertad recobrada y también por no tener que gestionar la aplicación del Plan, labor ésta que en las difíciles circunstancias económicas de la época podría haber sido poco grata.






FIGURAS 79 Y 80. VIÑETAS ILUSTRATIVAS DE LA EDICIÓN DEL PLAN DE MODERNIZACIÓN DE CARRETERAS

El Plan consistía básicamente en la reparación y mejora de unos aproximadamente 11.000 kilómetros de vías, por las que se consideraba que circulaba un 80% del tráfico total de la red cuya longitud total ascendía a unos 71.000 kilómetros. Objetivo forzado, como es fácil entender, por las limitaciones presupuestarias. En la actuación se incluían los aproximadamente 7.000 kilómetros correspondientes al Circuito de Firmes Especiales proyectado por el conde de Guadalhorce y cuya realización tuvo lugar entre 1926 y 1933.

En la introducción a la Memoria del Plan, firmada por Sánchez del Río, se hace hincapié en la austeridad como principio rector de la redacción del Plan, en el que no se incluyen más obras nuevas que las estrictamente indispensables. Por tanto, las actuaciones previstas se centran principalmente en la regularización de la anchura de las vías, la supresión de pasos a nivel y la construcción de firmes especiales. El texto concluye con una justificación económica, en la que se considera que el ahorro en productos importados, es decir gasolina, neumáticos y desgaste de vehículos, sería más del doble del coste del betún necesario para el asfaltado, que también debía importarse [ FIGS. 77, 78, 79 y 80 ].

Es posible que la mayor satisfacción profesional obtenida durante estos años invertidos en la alta administración del Estado fuera la producida por la construcción del puente de Santo Domingo de la Calzada en Haro, localidad donde había nacido y pasado su infancia. Aunque se consideraba asturiano de adopción, "Asturias me hizo ingeniero", no por ello había dejado de mantener vínculos permanentes con su tierra natal, por lo que, al surgir la necesidad de sustituir el viejo puente renacentista de Briñas, se implicó con entusiasmo en la tarea, aunque como



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

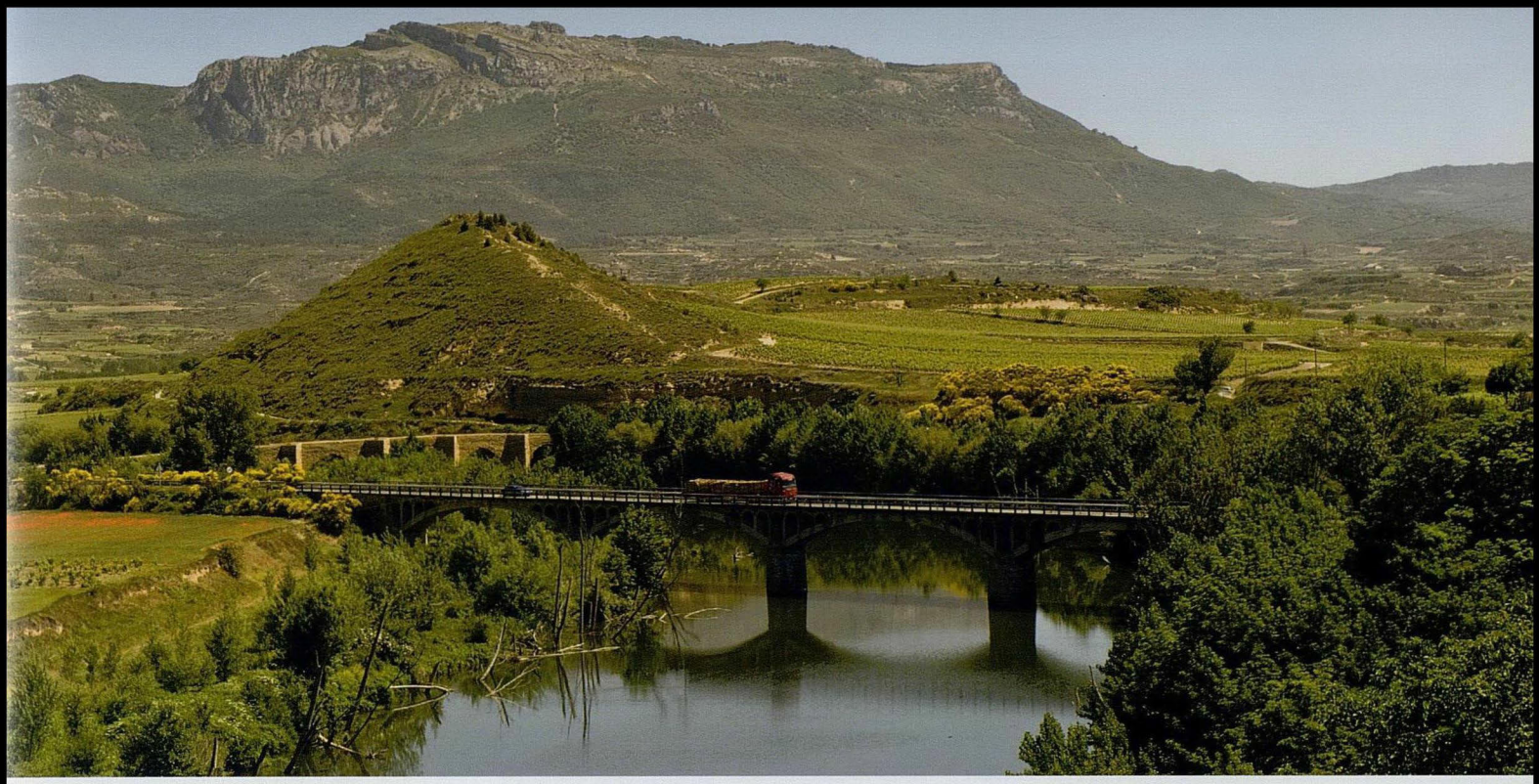


FIGURA 81. EL PUENTE DE SANTO DOMINGO DE LA CALZADA EN LA ACTUALIDAD. AYUNTAMIENTO DE HARO. FOTOGRAFÍA DE RICARDO DONÉZAR

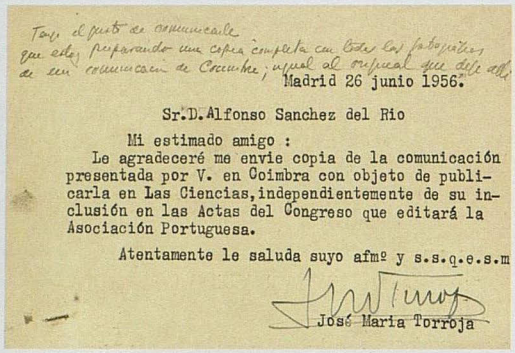
es lógico, dado su cargo, lo hizo más como promotor que como proyectista propiamente dicho, función ésta que recayó en su compañero Vicente Roglá. Es fácil entender la importancia que el manifiesto interés personal del director general pudo tener para facilitar la gestión de proyecto y obra, pero además ocurrió que Sánchez del Río, incapaz de desligarse de su vocación de ingeniero proyectista, intervino en el planteamiento general del proyecto e incluso fue más allá, entrando en cuestiones de detalle, como se deduce de la utilización de sus queridas articulaciones de fibrocemento en los arranques y claves de los arcos. Deseoso de que la obra se ejecutase con rapidez y ante la previsible escasez de suministro de acero, fue también suya la decisión de que se realizase de hormigón en masa. La construcción de las articulaciones no estuvo exenta de problemas, ya que el fabricante, Uralita, no podía suministrar tubos de las dimensiones solicitadas, que deberían tener un diámetro exterior de 30 centímetros por sólo 10 en



FIGURA 82. ARTICULACIONES EN CLAVE Y APOYOS DEL PUENTE DE SANTO DOMINGO DE LA CALZADA. AYUNTAMIENTO DE HARO. FOTOGRAFÍA DE RICARDO DONEZAR



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



Tengo el gusto de comunicarle
que estoy preparando una copia completa con todos los fotograbados
de mi comunicación de Coimbra, igual al original que dejé allí.

Madrid 26 junio 1956.

Sr.D.Alfonso Sanchez del Rio

Mi estimado amigo :
Le agradeceré me envie copia de la comunicación presentada por V. en Coimbra con objeto de publicarla en Las Ciencias, independientemente de su inclusión en las Actas del Congreso que editará la Asociación Portuguesa.

Atentamente le saluda suyo afmº y s.s.q.e.s.m

José María Torroja

FIGURA 83. PETICIÓN DE LA COMUNICACIÓN SOBRE DOVELAS-ONDA PARA SU PUBLICACIÓN EN LOS *ANALES* DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS

su interior, es decir eran de paredes muy gruesas. Empeñado en no renunciar al sistema por él concebido y tras unos días de honda preocupación ideando distintas alternativas, Roglá y él mismo dieron con una solución que si no muy elegante sí resultó eficaz. Consistía en atravesar el tubo con tornillos pasantes comprimiéndolo en la dirección normal a la de las solicitaciones previstas, solución que fue cuidadosamente comprobada mediante los correspondientes ensayos [ FIGS. 81 y 82 ].

El relato de la génesis del proyecto y la descripción del mismo se recogieron en un artículo publicado en la *ROP* en 1954, algunos años después de la inauguración del puente, que aconteció el 12 de mayo de 1950. El texto viene firmado conjuntamente por Ildefonso Sánchez del Río y Vicente Roglá, si bien cada uno de ellos escribió una parte diferenciada. En la suya, Sánchez del Río se explayó con una jovialidad incluso superior a la habitual, y habiendo dejado para su compañero las cuestiones más técnicas, hacía, entre otras cosas, unas reflexiones bastante sensatas sobre la condición de las obras de ingeniería como patrimonio histórico. Llevado por el entusiasmo, durante la inauguración peroró sobre los puentes del futuro, que imaginaba transparentes, construidos con prefabricados de plástico. No hay que atribuir a Sánchez del Río una pasión por el hormigón como material que no estuviera fundada en criterios esencialmente racionales, basados en las circunstancias técnicas, económicas e industriales del momento que le había tocado vivir, y ya en 1930 había reconocido las extraordinarias posibilidades que tendrían otros materiales, como los por entonces nuevos aceros de alta resistencia e inoxidables, tan pronto como la industrialización de su producción los hiciera económicamente asequibles.

Es de sospechar que también intervino Sánchez del Río en la organización del propio acto inaugural, que concluyó con una gran cena en las Bodegas López Heredia. Muy apropiadamente, el puente tomó el nombre del santo riojano, que había sido proclamado patrón de los Ingenieros de Caminos en 1940.

En 1953 Ildefonso Sánchez del Río intervino en el XXII Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, que se celebraba precisamente en Oviedo, invitado por el presidente de la Sección de Ingeniería y Arquitectura, Alfonso Peña. Fue la presentación en sociedad de la dovela-onda, ya que en la segunda parte de su disertación expuso sus avances en el desarrollo de esta innovación constructiva, tras hablar en la primera de las rótulas de

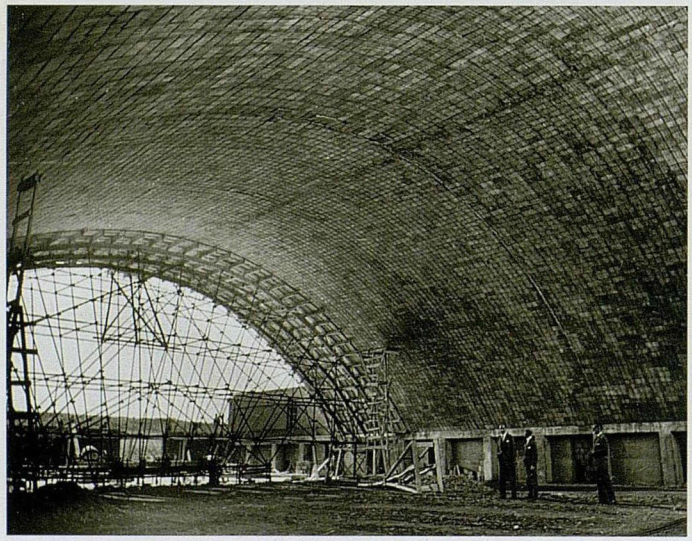


FIGURA 84. BÓVEDA DE LA NAVE DE SECADEROS DE RÍO - CERÁMICA EN MADRID

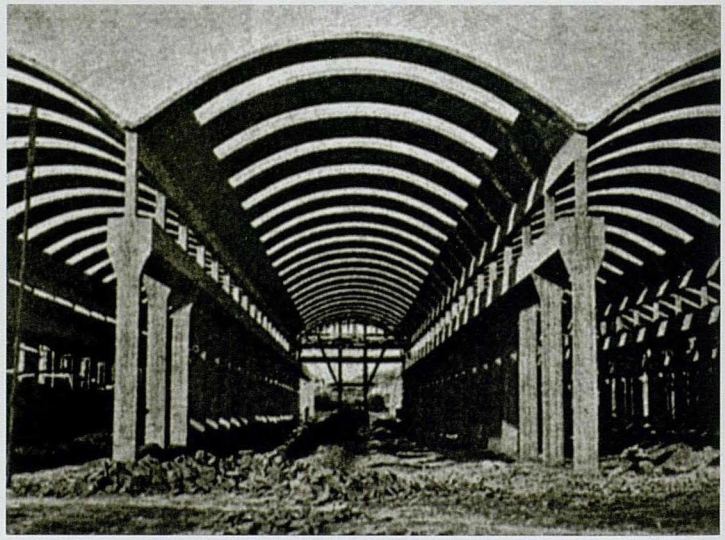


FIGURA 85. NAVES PARA RENFE EN BARCELONA. INGENIERO: FERNÁNDEZ OLIVA



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

fibrocemento. Volvió a presentar el tema, de forma mucho más elaborada puesto que ya existían obras construidas y sobre todo minuciosos ensayos realizados, en el Congreso Hispano-Luso que se celebró en Coimbra en 1956 [ FIG. 83 ].

Al año siguiente publicó un resumen de su comunicación en un artículo de la *ROP*. Este texto, con las modificaciones propias de cada circunstancia, apareció también en *Informes de la Construcción*, la revista del Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, así como en algunas publicaciones extranjeras, como la argentina *Construcciones* o la francesa *Génie Civil*. Paralelamente a esta difusión en revistas y congresos se presentaron las oportunas solicitudes de patente, una en 1954 seguida de otra en 1956.

El punto de arranque de este proceso de investigación y desarrollo consistió en buscar soluciones al problema de la cubrición de espacios diáfanos adaptando a la forma abovedada los elementos constructivos utilizados en el forjado Río - Cerámica, compuesto por nervios de hormigón armado y bovedillas cerámicas. Construyendo con ellos bóvedas cilíndricas, de curvatura simple, se había llegado a salvar luces de 30 metros, como en el mercado de Sama de Langreo, proyectado por Julio Galán, o de 28 metros en la nave de MERSA en Lugones, proyectada por Carlos Sánchez del Río. En ambos ejemplos el espesor de la bóveda era de 18 centímetros [ FIGS. 84 y 85 ].

Ildefonso Sánchez del Río comparaba estos resultados con los que podrían obtenerse con cubiertas laminares y, considerando que en este último caso el espesor sería de unos 8 centímetros, concluía que el resultado era favorable a su solución, ya que el peso total por metro cuadrado era algo inferior y poco más de la mitad la cantidad de hormigón empleada. No fue éste el único factor expuesto para defender la superioridad de sus cubiertas sobre las laminares. De hecho, su ponencia de Oviedo era en parte un alegato, de tono amable por supuesto, contra este tipo de superficies. No está claro qué entiende estrictamente por tales, y tal vez por ello algunas afirmaciones suyas pueden ser excesivas, como cuando atribuye a estos tipos estructurales la necesidad de muy complejos procedimientos de cálculo. Pero esta afirmación no es generalizable como demuestran las cubiertas de Félix Candela, realizadas mediante paraboloides hiperbólicos. Aun así, es notable que varios de sus argumentos coincidan con los que enumera Mike Schlaich en un reciente texto en el que trata de la aventura laminar, por ejemplo en lo que se refiere a la escasa capacidad de aislamiento térmico de las finas láminas o el elevado coste económico de unos encofrados que no pueden ejecutarse por fases sucesivas. Ahora bien, para luces sensiblemente superiores a las arriba citadas, que como hemos visto eran del orden de treinta metros, la solución de curvatura simple comenzaba a resultar inviable, porque los problemas de pandeo obligarían a incrementar desproporcionadamente el grosor de la bóveda. La solución iba por el camino del ondulado o plegado de la bóveda, introduciendo una doble curvatura que generaría una mayor rigidez sin aumentar los espesores. Naturalmente, como dice Sánchez del Río, éste era un hecho sobradamente conocido, por lo que el problema que a él realmente se le plantea es cómo construir esas formas plegadas mediante sus sistemas mixtos de hormigón, acero y cerámica, consiguiendo además que los problemas del cálculo sean asequibles para sus reconocidamente limitados conocimientos. La solución consiste en concebir la bóveda compuesta por una sucesión de arcos contiguos, que se considerarán autoportantes, y que a su vez se dividen en dovelas, las dovelas-onda, que serán los elementos constructivos con los que ensamblar el conjunto [ FIG. 86 ].

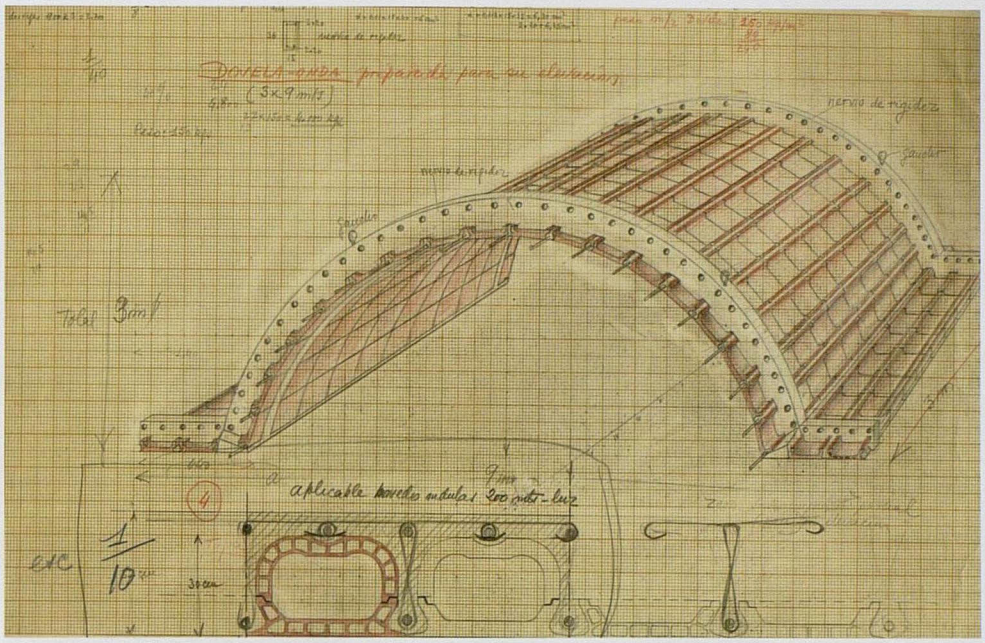


FIGURA 86. DOVELA-ONDA DIMENSIONADA PARA UNA BÓVEDA DE 200 METROS DE LUZ



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

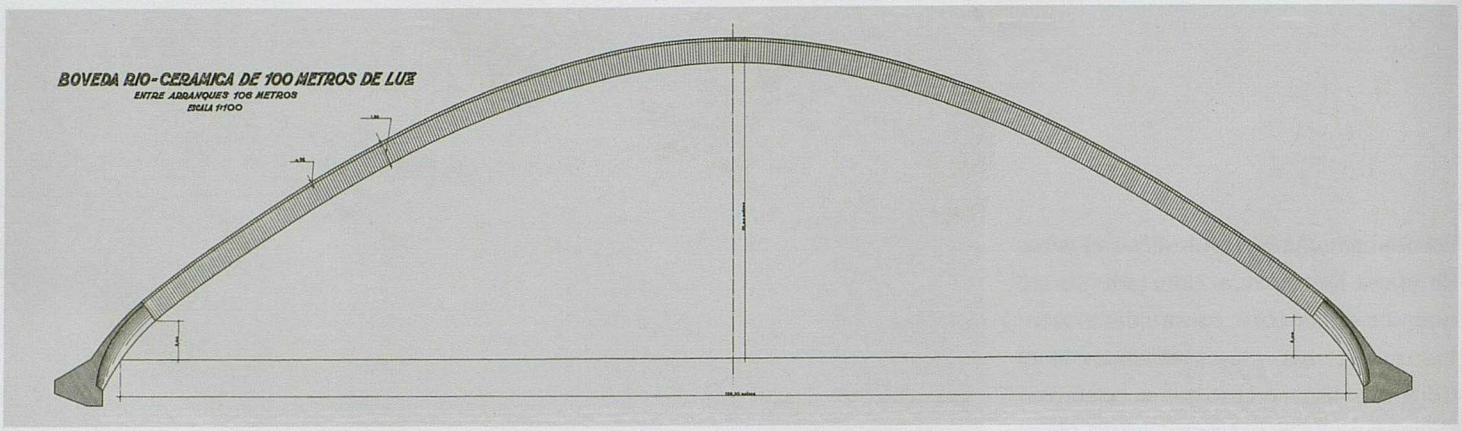



FIGURA 87. ALZADO DE UN ARCO-ONDA IDEAL DE 100 METROS DE LUZ

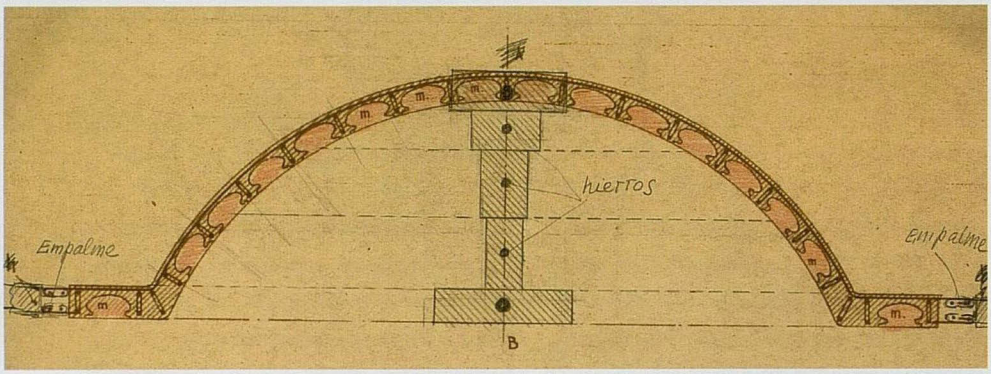



FIGURA 88. CROQUIZACIÓN DE LA EQUIVALENCIA MECÁNICA ENTRE LA SECCIÓN DE LA DOVELA-ONDA Y UNA VIGA EN DOBLE T DE ALMA VARIABLE

Ello permite conseguir un grado apreciable de industrialización de la construcción, ya que las dovelas pueden ejecutarse íntegramente en taller, o al menos parcialmente en casos de muy grandes luces, izarlas a su posición en el arco en construcción y terminar cada arco-onda de forma independiente mediante el hormigonado, por lo que los apeos y cimbras se reducen a los necesarios en un sólo arco, pudiéndose luego trasladar para continuar la bóveda. Procedimiento que tiene similitudes con los planteados por Eladio Dieste por estos mismos años. La forma en omega de la sección de la dovela-onda es la que genera el plegado de la cubierta. Al ser independientes, los arcos pueden calcularse como tales, como elementos planos, lo que había sido siempre el desiderátum de Sánchez del Río [ FIG. 87 ].

De todas formas, reconoce que la forma y heterogeneidad de los materiales que

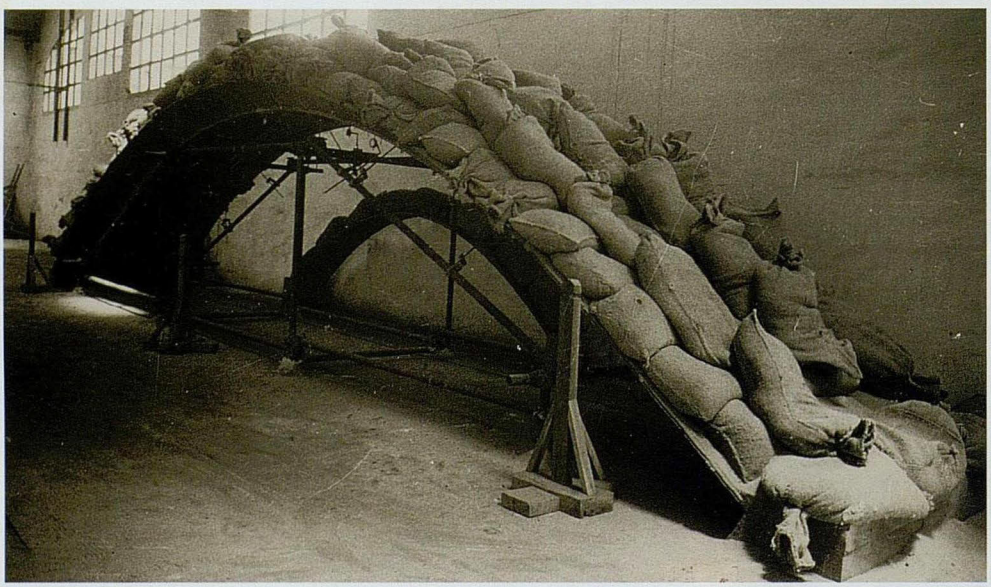


FIGURA 91. PRUEBA DE CARGA DEL ARCO-ONDA DE 10 METROS. DEBAJO PUEDE VERSE EL MODELO DE ARCO NO ONDULADO DE 4 METROS

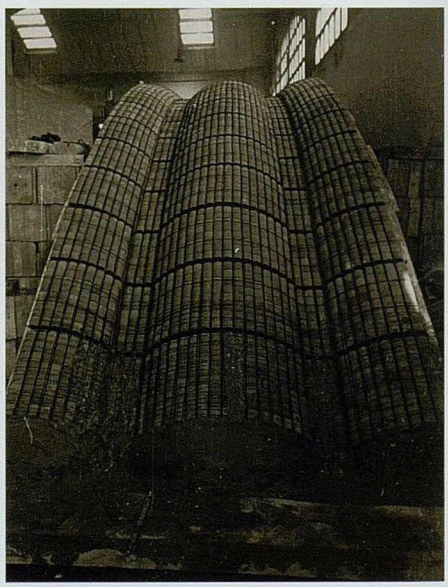
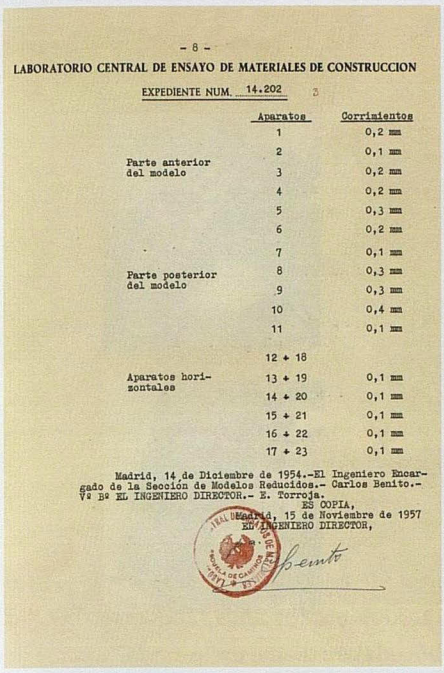


FIGURA 89. VISTA DE ARCO-ONDA CONSTRUIDO A ESCALA 1:10 PARA SU ENSAYO EN EL LABORATORIO CENTRAL



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



- 8 -

LABORATORIO CENTRAL DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

EXPEDIENTE NUM. 14.202

| | Aparatos | Corrimientos |
|---|---|---|
| Parte anterior del modelo | 1 | 0,2 mm |
| | 2 | 0,1 mm |
| | 3 | 0,2 mm |
| | 4 | 0,2 mm |
| | 5 | 0,3 mm |
| | 6 | 0,2 mm |
| | 7 | 0,1 mm |
| Parte posterior del modelo | 8 | 0,3 mm |
| | 9 | 0,3 mm |
| | 10 | 0,4 mm |
| | 11 | 0,1 mm |
| | 12 + 18 | |
| Aparatos horizontales | 13 + 19 | 0,1 mm |
| | 14 + 20 | 0,1 mm |
| | 15 + 21 | 0,1 mm |
| | 16 + 22 | 0,1 mm |
| | 17 + 23 | 0,1 mm |

Madrid, 14 de Diciembre de 1954.-El Ingeniero Encargado de la Sección de Modelos Reducidos.- Carlos Benito.- Vº Bº EL INGENIERO DIRECTOR.- E. Torroja.

ES COPIA,
Madrid, 15 de Noviembre de 1957
EL INGENIERO DIRECTOR,

FIGURA 90. COPIA DE LA ÚLTIMA PÁGINA DEL EXPEDIENTE DEL ENSAYO DEL ARCO-ONDA

componen la dovela hacen imposible, al menos para él, un cálculo riguroso del arco resultante, por lo que recurrió a una aproximación en la que consideraba la sección en omega como mecánicamente equivalente a una sección en doble T de alma variable [ FIG. 88 ].

Los resultados fueron sometidos a comprobación mediante la realización de diversos ensayos, entre los que destaca sobremanera el realizado por el laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Caminos, dirigido por Carlos Benito. Este ensayo, muy divulgado, se hizo sobre un modelo reducido a escala 1:10, que medía 10 metros, es decir se estudiaba el comportamiento de un arco de 100 metros de luz [ FIGS. 89, 90 y 91 ].

Fueron precisamente los magníficos resultados obtenidos en éste y en otros ensayos los que se mostraron al ministro del Aire en la visita antes mencionada que realizó a la fábrica de Río - Cerámica en 1954. Es significativo que entre los asistentes figurasen varios ingenieros norteamericanos, y es que en septiembre del año anterior se habían firmado los famosos acuerdos hispano-norteamericanos, mediante los cuales, y entre otras cosas, las fuerzas armadas españolas recibirían asistencia americana para su modernización. Ildefonso Sánchez del Río debió ver una ocasión ideal de promover el empleo de su sistema en la construcción de grandes hangares de aviación, para los que consideraba la bóveda de 100 metros como especialmente idónea. El hangar era además una de las tipologías emblemáticas de la Arquitectura e Ingeniería contemporáneas, por lo que es comprensible el empeño de Sánchez del Río en construir unas obras comparables a las de Nervi o Freyssinet. Entre los dibujos producidos en esos años hay varios que ilustran esta aplicación de sus arcos-onda, llamando especialmente la atención uno en el que la gran bóveda ondulada alberga un bombardero B-52, icono de la Guerra Fría [ FIG. 92 ].

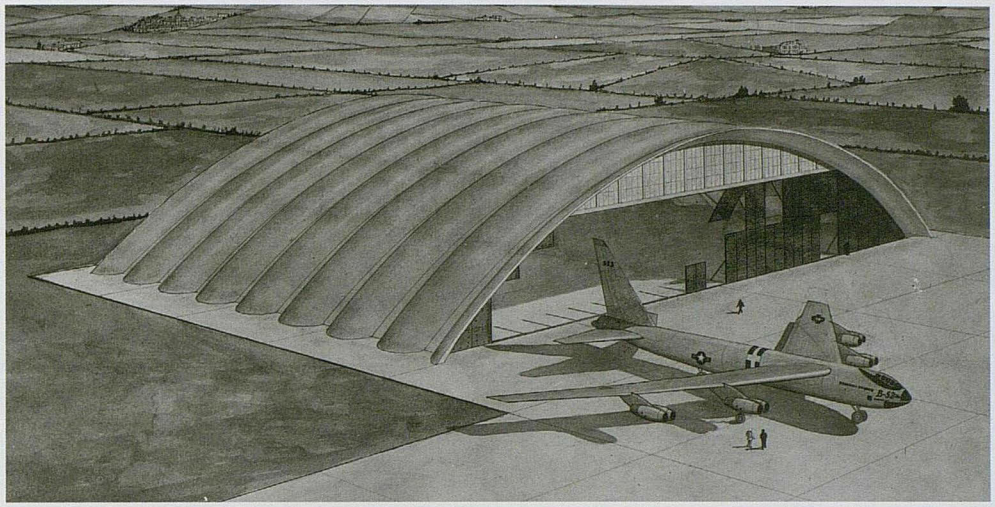


FIGURA 92. BOCETO PARA UN HANGAR DESTINADO A LA AVIACIÓN MILITAR

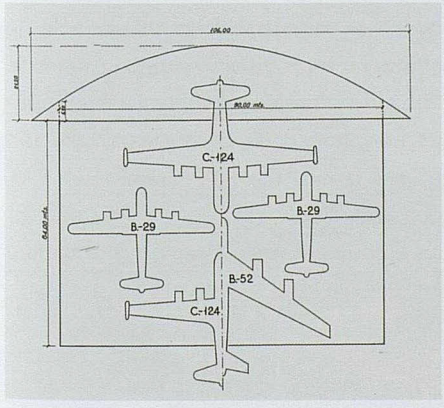



FIGURA 93. ESTUDIOS PREVIOS PARA UN HANGAR DE 100 METROS DE LUZ

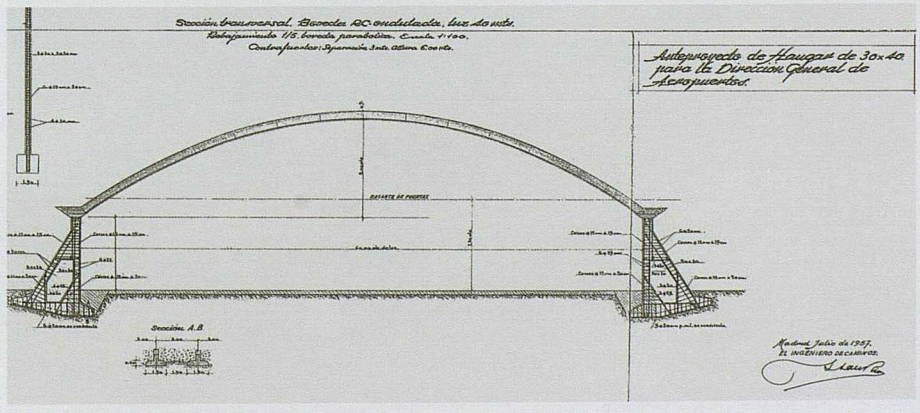



FIGURA 94. ANTEPROYECTO DE UN HANGAR PARA LA DIRECCIÓN GENERAL DE AEROPUERTOS



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

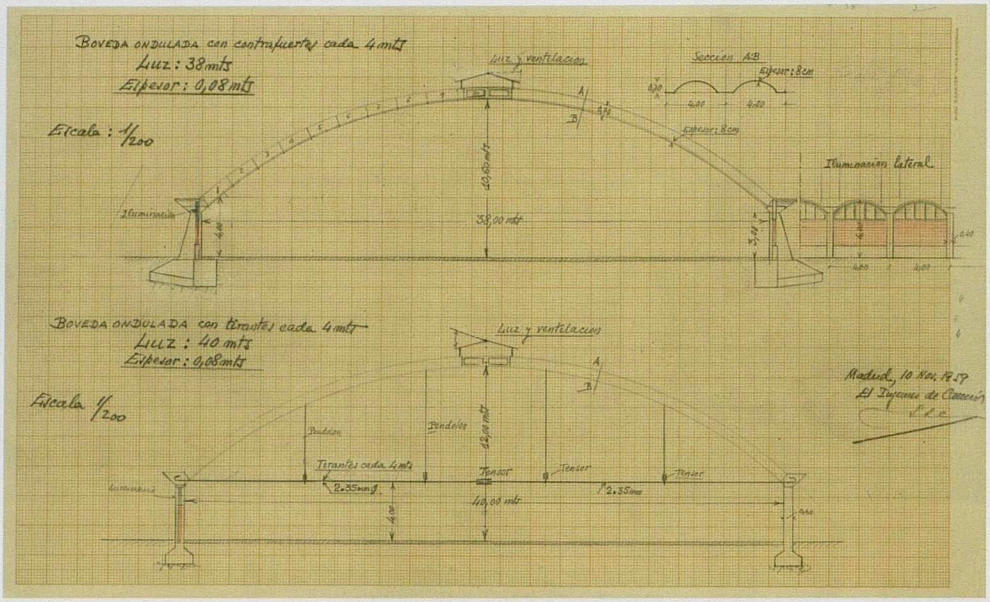



FIGURA 95. SOLUCIONES MEDIANTE CONTRAFUERTES O TIRANTES PARA BÓVEDAS ONDULADAS

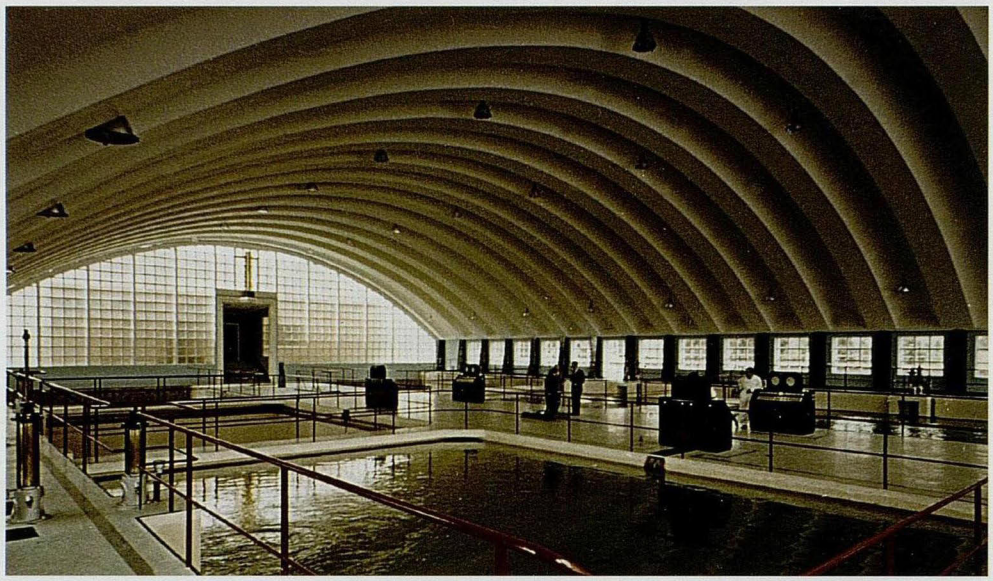


FIGURA 96. NAVE DE LA DEPURADORA DE AGUAS DE LA FÁBRICA DE FEFASA EN MIRANDA DE EBRO



FIGURA 97. NAVES GEMELAS PARA LOS ALMACENES DE PAJA DE FEFASA, MIRANDA DE EBRO

Pero este empeño fracasó. Tan sólo en 1957 recibió un encargo de hangar genérico de 30 x 40 metros para la Dirección General de Aeropuertos, trabajo que quedó en anteproyecto, como ocurrió con un proyecto para Alemania que él menciona en sus escritos pero del que no hay más noticias [ FIGS. 93 y 94 ].

Esto no quiere decir que no se construyeran durante los años cincuenta diversas bóvedas mediante arcos-onda, aunque de dimensiones relativamente moderadas considerando las posibilidades para las que estaba pensado el sistema, y que fueron empleadas como cubiertas de almacenes y naves industriales. Entre ellas, como es lógico, las destinadas a albergar a la propia Río - Cerámica, S.A. en la calle Embajadores en Madrid, ya demolidas como la mayoría de sus congéneres. La mayor de estas naves tenía una longitud de 180 metros con una luz de 35, siendo el espesor de las dovelas-onda de 8 centímetros, correspondiendo 6 a la bovedilla y 2 al recubrimiento de hormigón. Otras que podemos citar son las bóvedas gemelas construidas para la empresa FEFASA en Miranda de Ebro, cuyos arranques se encontraban a 20 metros de altura. En estas últimas y algunas otras se utilizaron tirantes para recoger los empujes horizontales de las bóvedas, solución menos favorecida por Sánchez del Río, que prefería utilizar contrafuertes o llevar los empujes al suelo, cosa que no siempre era posible [ FIGS. 95, 96, 97, 98, 99, 100 y 101 ].



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

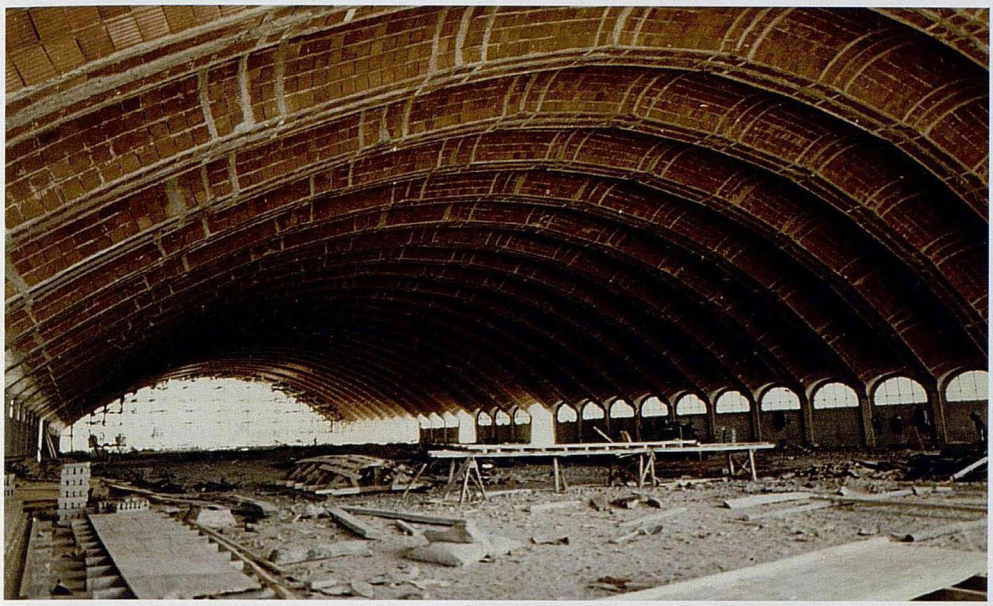


FIGURA 98. BÓVEDAS ONDULADAS PARA LAS NAVES DE RÍO - CERÁMICA EN MADRID

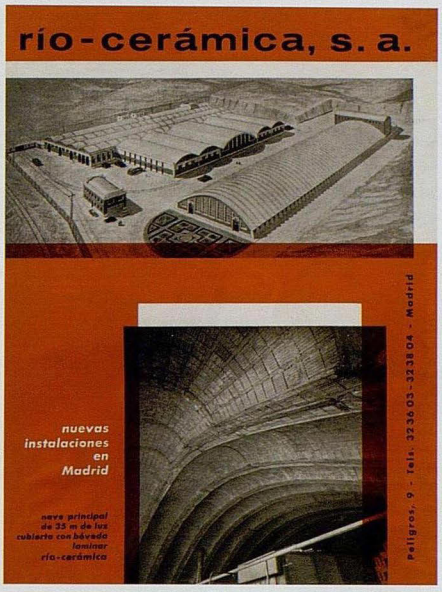



FIGURA 99. PUBLICIDAD DE LAS NUEVAS INSTALACIONES DE RÍO - CERÁMICA SITUADAS EN LA CALLE EMBAJADORES EN MADRID

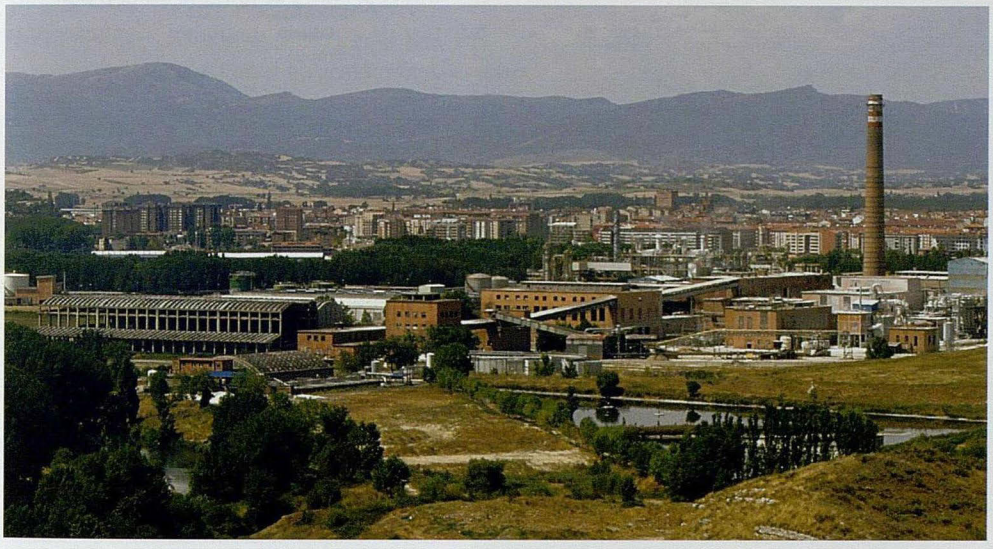


FIGURA 100. VISTA ACTUAL DE MIRANDA DE EBRO CON LAS NAVES DE FEFASA A LA IZQUIERDA. FOTOGRAFÍA DE DANIEL BRATOS

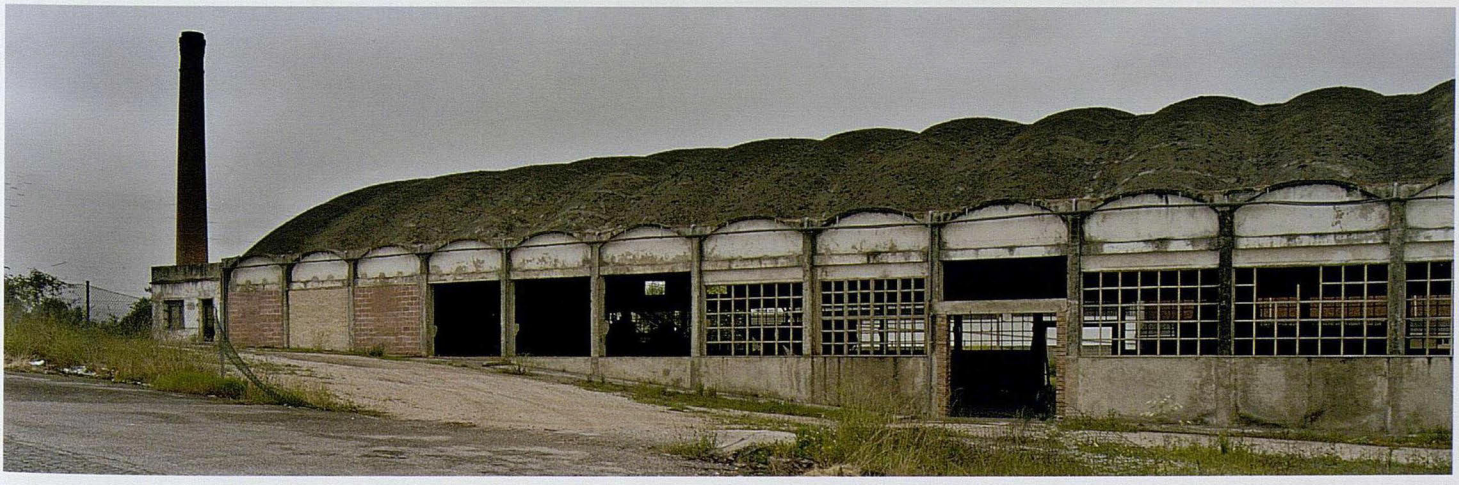


FIGURA 101. VISTA ACTUAL DE LA FÁBRICA DE LADRILLOS REFRACTARIOS DE VIELLA, ASTURIAS. FOTOGRAFÍA DE ÁNGEL SANCHÍS CIENFUEGOS-JOVELLANOS



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

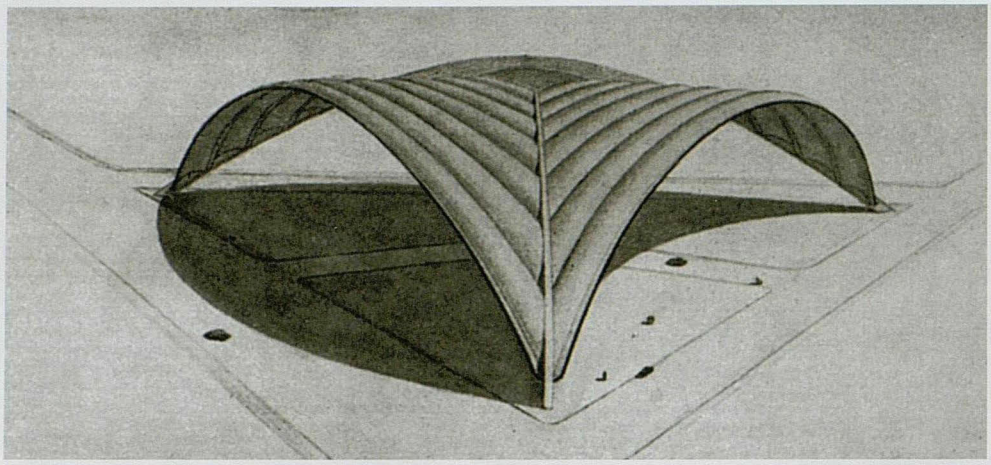


FIGURA 102. BOCETO PARA UNA BÓVEDA ONDULADA DE PLANTA TRIANGULAR

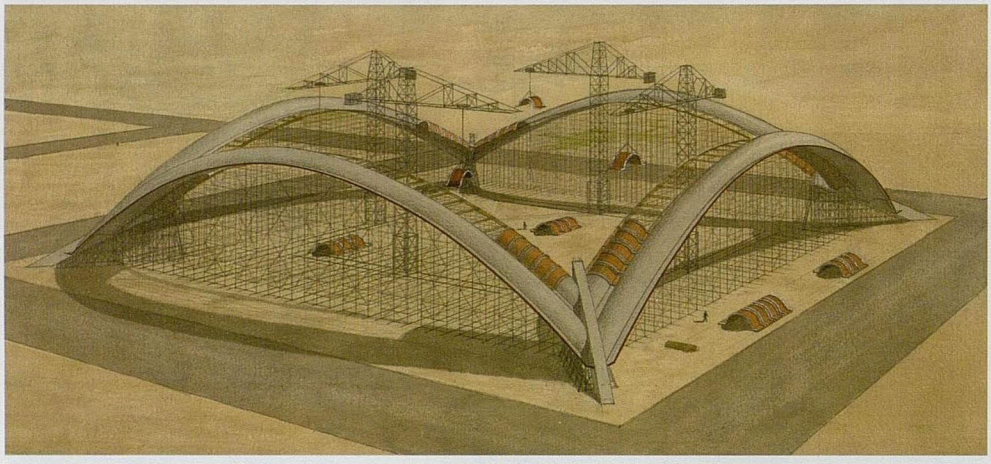
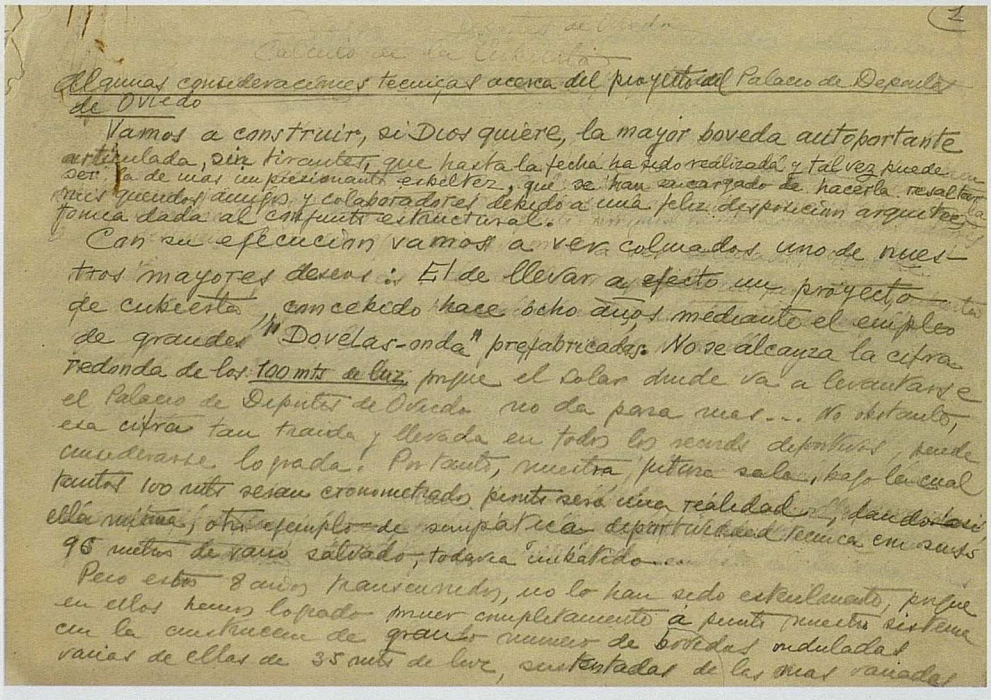


FIGURA 103. BOCETO PARA UNA BÓVEDA DE ARISTA CONSTRUIDA CON ARCOS-ONDA



Algunas consideraciones técnicas acerca del proyecto del Palacio de Deportes de Oviedo

Vamos a construir, si Dios quiere, la mayor bóveda autoportante articulada, sin tirantes, que hasta la fecha ha sido realizada y tal vez pueda ser. Es de más incipiente esbeltez, que se han encargado de hacerla resaltar nuestros queridos amigos y colaboradores, debido a una feliz disposición arquitectónica dada al conjunto estructural.

Con su ejecución vamos a ver colmados uno de nuestros mayores deseos: El de llevar a efecto un proyecto de cubierta concebido hace ocho años, mediante el empleo de grandes "Dovelas-onda" prefabricadas. No se alcanza la cifra redonda de los 100 mts de luz, porque el solar donde va a levantarse el Palacio de Deputes de Oviedo no da para mas... No obstante, esa cifra tan traída y llevada en todos los medios deportivos, puede considerarse lograda. Por tanto, nuestra piscina cubierta, bajo la cual pasarán los autos serán cronometrados, pronto será una realidad, dando lugar a ella nuestra, otro ejemplo de sensibilidad deportiva y audacia técnica en sus 95 metros de vano salvado, todavía inédito...

Pero estos 8 años transcurridos, no lo han sido exclusivamente, porque en ellos hemos logrado poner completamente a punto nuestro sistema constructivo de grandes dovelas onduladas, con la construcción de gran número de bóvedas onduladas variadas de ellas de 35 mts de luz, sustentadas de las mas variadas

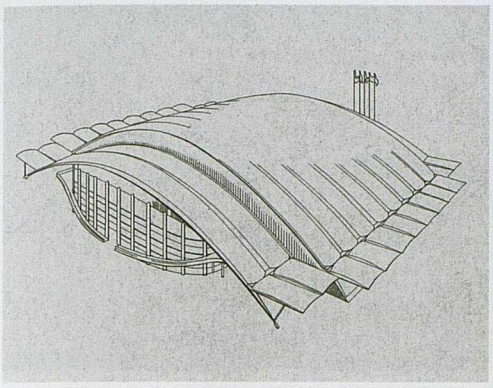
FIGURA 104. PRIMERA PÁGINA DEL BORRADOR MANUSCRITO DE LA MEMORIA DEL PROYECTO DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO

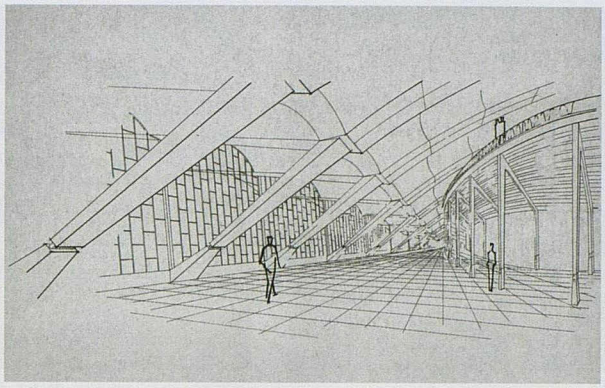
Ciertamente Ildefonso Sánchez del Río soñaba con ver su invento materializarse en toda su plenitud. Le causó honda impresión la gran cubierta de planta triangular construida por Esquillan para el CNIT (Centre des Nouvelles Industries et Technologies) en París, que se inauguró en 1958 y que consideraba una proeza inigualable, no obstante lo cual estudió la posibilidad de hacer algo parecido aproximándose a las dimensiones del edificio francés, como se aprecia en una perspectiva de cubierta de planta triangular para 200 metros de lado [ FIGS. 102 y 103 ].

Quizás más elaborada sea una propuesta de cubierta en bóveda de arista, cruzando ortogonalmente dos de sus bóvedas y cubriendo de esta manera un cuadrado de 150 metros de lado, lo que consideraba suficiente para albergar un estadio como el Santiago Bernabeu. Pero todo ello no pasó de bocetos y tanteos, carentes de finalidad concreta, hasta que por fin, siete u ocho años después de la concepción inicial de los arcos-onda, surgió la ocasión, de nuevo en el Oviedo de sus mejores momentos, para construir la bóveda de los cien metros de luz. Ésta serviría como cubierta para el Palacio de Deportes que se iba a levantar en la capital del Principado, con proyecto de los arquitectos municipales Fernando Cavanilles, Florencio Muñoz Uribe y Joaquín Suárez Pérez, actuando como ingeniero Ildefonso Sánchez del Río, que, contando ya con más de sesenta años, acometió el trabajo con todo entusiasmo, encabezando la memoria del proyecto con frase típica: "Vamos a construir, si Dios quiere, la mayor bóveda autoportante articulada,



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO





FIGURAS 105 Y 106. VISTA DE CONJUNTO Y GALERÍA DE CONTRAFUERTES DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO

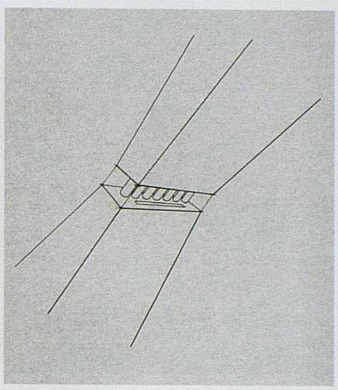
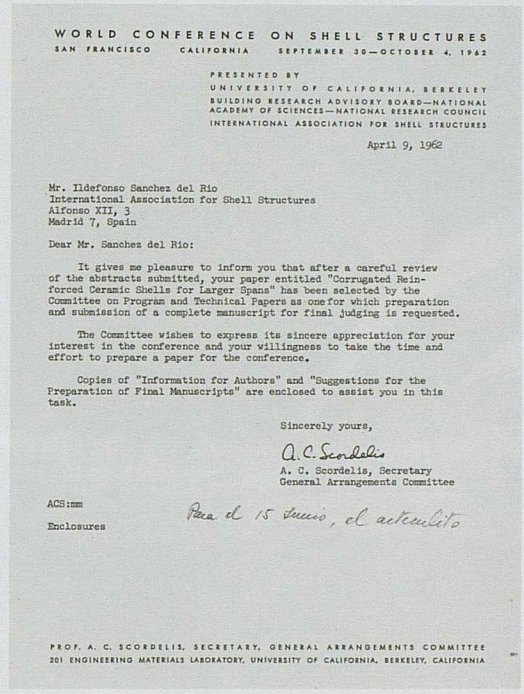


FIGURA 108. ARTICULACIÓN DE LOS ARRANQUES DE LOS ARCOS-ONDA DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO. LA RANURA ALOJA UNA LUMINARIA FLUORESCENTE

sin tirantes, que hasta la fecha ha sido realizada... Con su ejecución vamos a ver colmado uno de nuestros mayores deseos..." [ FIG. 104 ].

La redacción de este documento evidencia el optimismo, incluso la euforia, con que Sánchez del Río acogió la oportunidad de construir su soñada bóveda, aunque no llegase exactamente a los cien metros, quedándose en 96. Algunas frases escogidas así lo dejan ver, como la que se refiere a la decisión de dejar vistos los redondos pasantes de las articulaciones del arranque de los arcos: "¿Cómo podemos admitir que esos diminutos atlantes que van a soportar sobre sus hombros no la bóveda celeste, pero sí la del Palacio de Deportes de Oviedo, pasen desapercibidos?" o cuando inicia el capítulo referente al pandeo: "Emulando una frase célebre, podemos decir aquí: ¡Con el pandeo hemos topado! ¡El pandeo! Motivo y causa de la creación de las Dovelas-Onda."

Las fechas en las que se elaboró el anteproyecto fueron oportunas para poder presentar una comunicación describiendo el sistema de los arcos-onda y el propio Palacio en el Congreso celebrado en San Francisco en 1962 por la International Association for Shell Structures (IASS), organización fundada por Torroja en 1959. En las actas del Congreso, la ponencia de Sánchez del Río expresaba su "most sincere admiration and love", hacia Eduardo Torroja, fallecido el año anterior. Aunque el anteproyecto estaba prácticamente terminado ese año de 1962, el proyecto definitivo no se entregó hasta 1966, y hasta finales de los sesenta no se iniciaron las obras, que se esperaba ver terminadas en 1970 [ FIGS. 105, 106, 107, 108, 109 y 110 ].



WORLD CONFERENCE ON SHELL STRUCTURES
SAN FRANCISCO CALIFORNIA SEPTEMBER 30—OCTOBER 4, 1962

PRESENTED BY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY
BUILDING RESEARCH ADVISORY BOARD—NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES—NATIONAL RESEARCH COUNCIL
INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR SHELL STRUCTURES

April 9, 1962

Mr. Ildefonso Sanchez del Rio
International Association for Shell Structures
Alfonso XII, 3
Madrid 7, Spain

Dear Mr. Sanchez del Rio:

It gives me pleasure to inform you that after a careful review of the abstracts submitted, your paper entitled "Corrugated Reinforced Ceramic Shells for Larger Spans" has been selected by the Committee on Program and Technical Papers as one for which preparation and submission of a complete manuscript for final judging is requested.

The Committee wishes to express its sincere appreciation for your interest in the conference and your willingness to take the time and effort to prepare a paper for the conference.

Copies of "Information for Authors" and "Suggestions for the Preparation of Final Manuscripts" are enclosed to assist you in this task.

Sincerely yours,

A. C. Scordelis
A. C. Scordelis, Secretary
General Arrangements Committee

ACS:mm

Enclosures

Para el 15 enero, el articulito

PROF. A. C. SCORDELIS, SECRETARY, GENERAL ARRANGEMENTS COMMITTEE
201 ENGINEERING MATERIALS LABORATORY, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY, CALIFORNIA

FIGURA 107. LA CONFERENCIA MUNDIAL DE ESTRUCTURAS LAMINARES DE SAN FRANCISCO ACEPTA LA PONENCIA DE SÁNCHEZ DEL RÍO

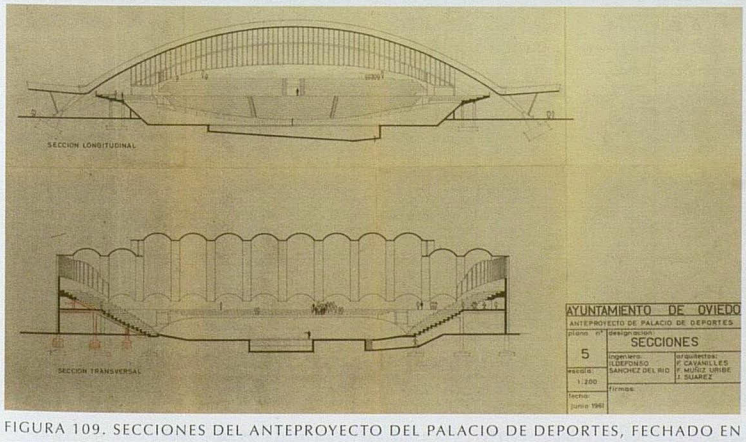



FIGURA 109. SECCIONES DEL ANTEPROYECTO DEL PALACIO DE DEPORTES, FECHADO EN JUNIO DE 1961

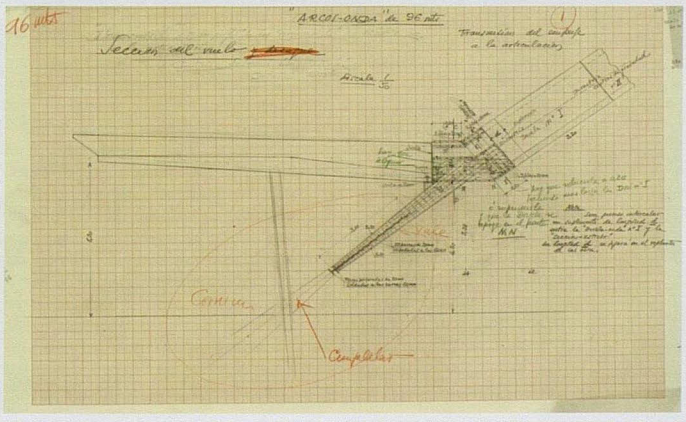



FIGURA 110. CROQUIS DE LOS ARRANQUES DE LOS ARCOS DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 111. DOVELA-ONDA SOBRE SUS CUATRO PUNTOS DE APOYO



FIGURA 112. ARCOS-ONDA EN CONSTRUCCIÓN, HACIA 1970



FIGURA 113. LA INTENCIÓN ORIGINAL DE SÁNCHEZ DEL RÍO ERA DEJAR VISTA LA CERÁMICA DE LA CARA INTERIOR

Si la redacción del proyecto definitivo se había dilatado en el tiempo, también se eternizaron la construcción y terminación del edificio, acumulándose los retrasos por motivos de toda índole hasta poner a prueba la paciencia de Sánchez del Río, como se desprende de una carta que escribió a la empresa constructora en diciembre de 1969, quejándose de la "pertinaz desorganización y falta de elementos" que le llevaba a ignorar cuándo podrían terminarse las obras. Finalmente se llegó a la inauguración oficial un 22 de septiembre de 1975, cuando Ildefonso Sánchez del Río tenía setenta y siete años. Unos meses después, en mayo de 1976, la Junta General de accionistas de Río - Cerámica, S.A. acordó disolver la sociedad, por la pérdida del 38% de su capital, nombrando los correspondientes liquidadores, entre ellos a su hermano Carlos

[ FIGS. 111, 112, 113, 114 y 115 ].



FIGURA 114. SÁNCHEZ DEL RÍO CON LOS ARQUITECTOS F. CAVANILLES Y J. SUÁREZ, Y CON J. RUBIO, DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA ASTURIANA

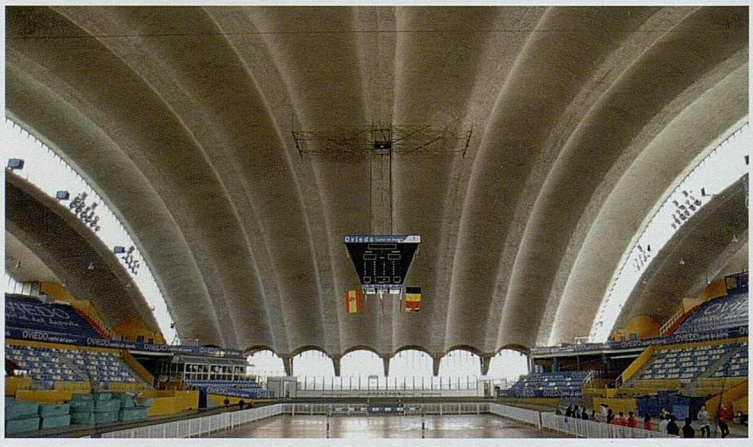


FIGURA 115. VISTA ACTUAL DEL INTERIOR DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

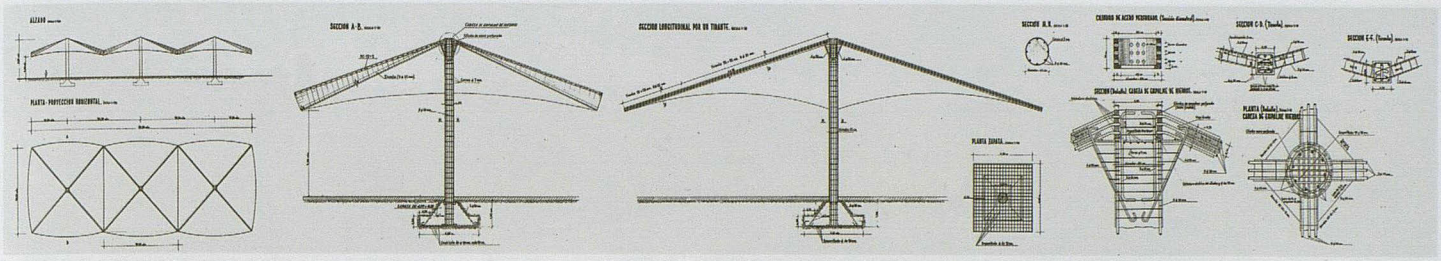


FIGURA 116. PRIMERA VERSIÓN DEL PROYECTO DE LOS PARAGUAS DE 20 METROS PARA EL MERCADO DE GANADO DE POLA DE SIERO

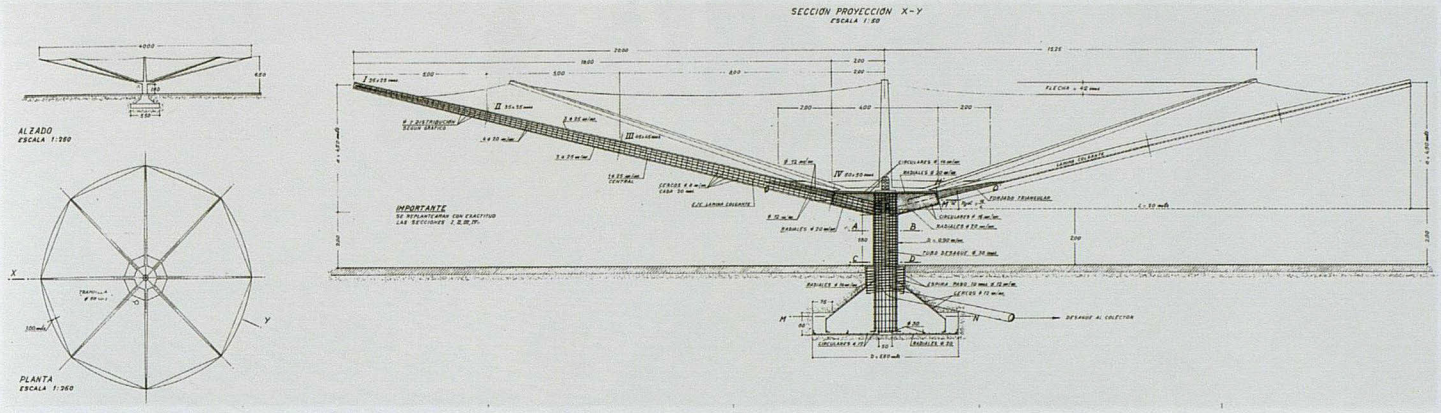



FIGURA 117. EL PARAGUAS DE 40 METROS DE DIÁMETRO PARA EL MERCADO DE GANADO DE POLA DE SIERO

Es posible que estos sinsabores se vieran en parte paliados por la realización durante estos años de otra personalísima obra, los paraguas para el Mercado de Ganado de Pola de Siero. Volviendo a Oviedo, a Pola, a los paraguas, parece como si la trayectoria profesional de Ildefonso Sánchez del Río cerrase un círculo, algo que quizás agrade a los amantes de la simetría. En 1971 el Ayuntamiento de Pola de Siero encargó al veterano ingeniero el proyecto de unas estructuras para cubrir el mercado de ganado que se celebraba regularmente al aire libre. Son por tanto sus últimos proyectos, aunque las obras se terminaron antes que el Palacio de Deportes de Oviedo. De este conjunto de construcciones lo más interesante era un grupo de tres paraguas de hormigón y otro independiente de mayores dimensiones. Los tres primeros eran de planta cuadrada de 20 metros de lado, mientras que el cuarto, proyectado el año siguiente, tenía una planta octogonal de 40 metros de diámetro [ FIGS. 116 y 117 ].

También se construyeron otros dos más pequeños, uno hexagonal y otro cuadrado, para usarlos como prototipos y como modelo para ensayos [ FIGS. 118 y 119 ].



FIGURA 118. ENSAYOS SOBRE EL PARAGUAS CUADRADO

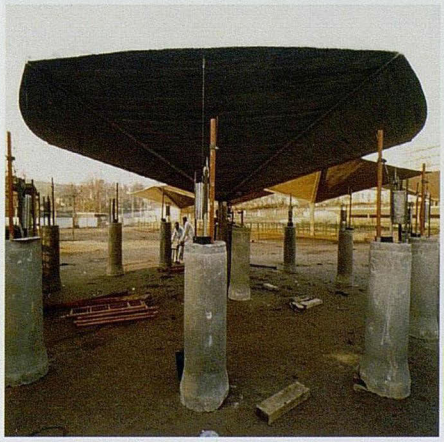


FIGURA 119. ENSAYOS SOBRE EL PARAGUAS HEXAGONAL

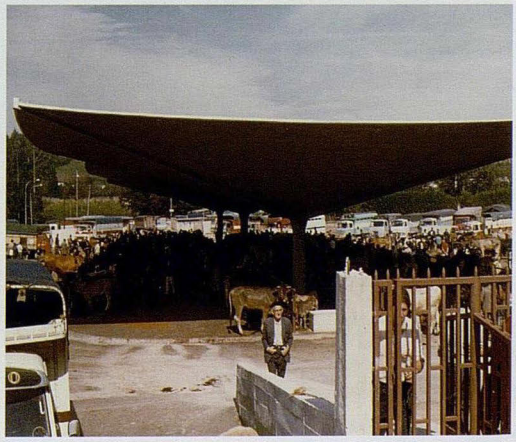


FIGURA 120. LOS PARAGUAS DE 20 METROS, EN DÍA DE MERCADO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

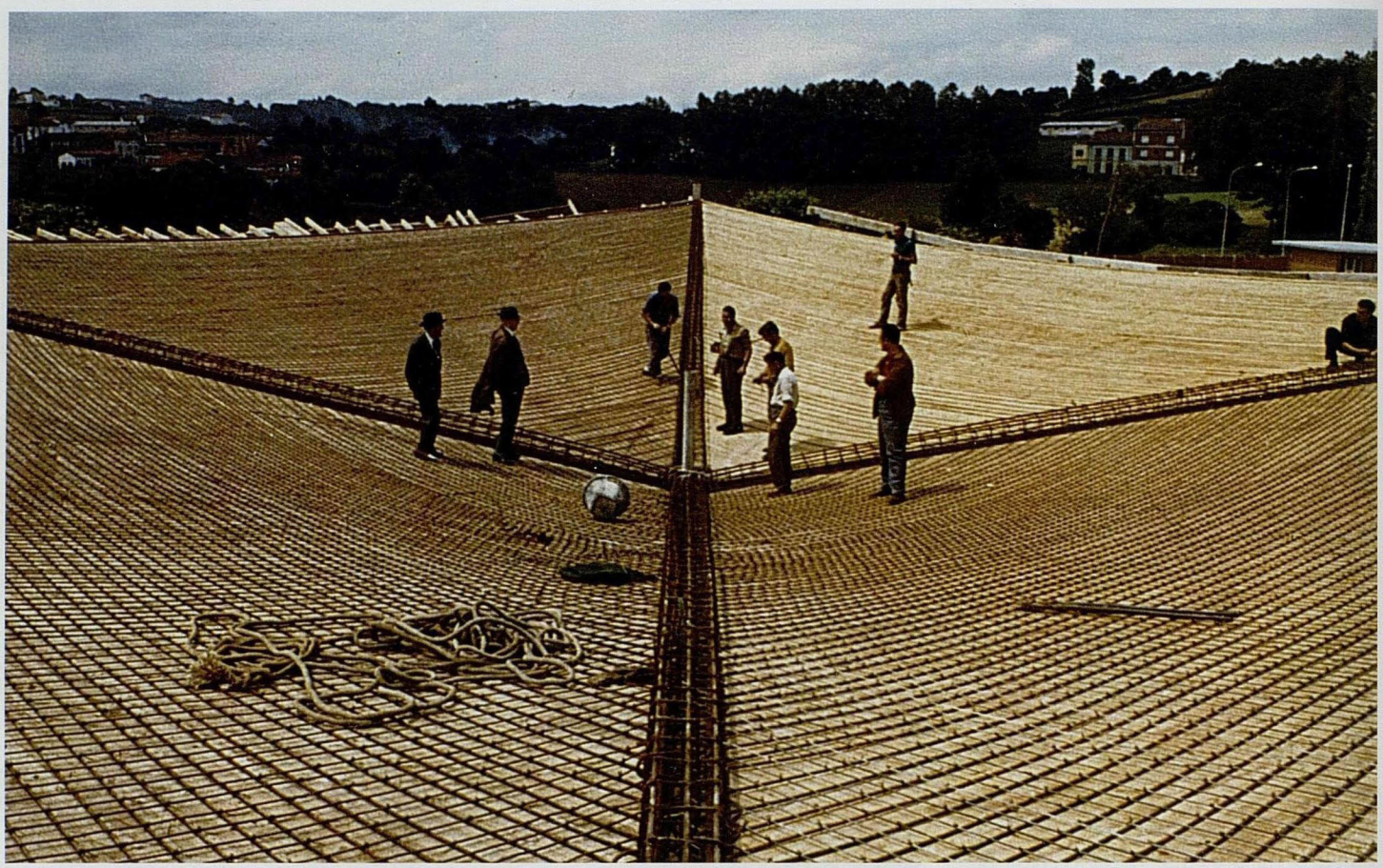


FIGURA 121. SÁNCHEZ DEL RÍO INSPECCIONANDO LAS ARMADURAS DE UNO DE LOS PARAGUAS DE 20 METROS

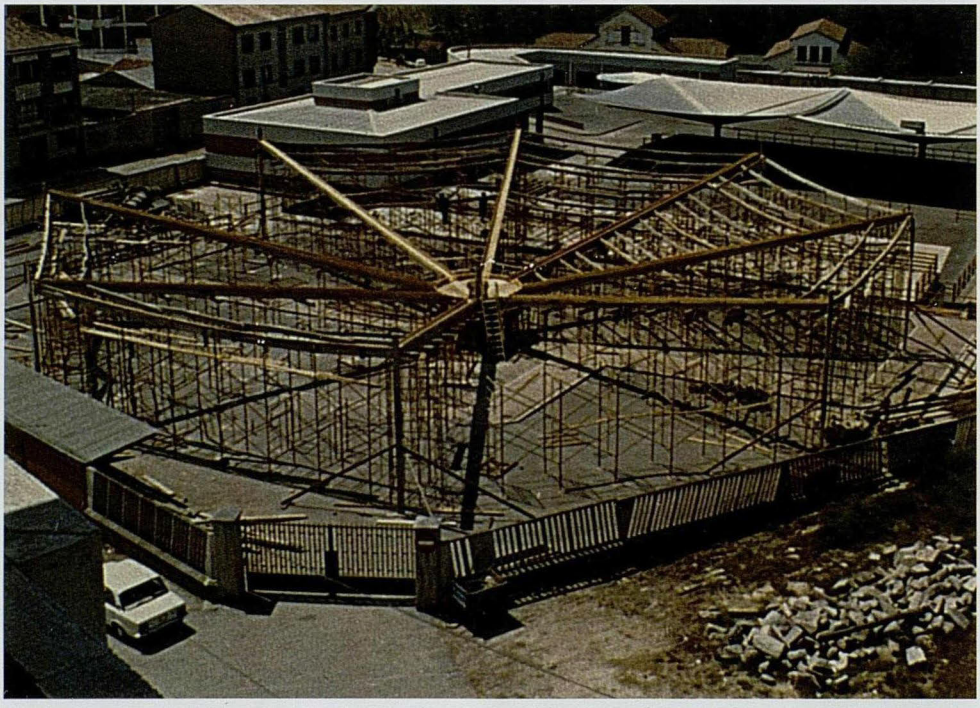


FIGURA 122. CIMBRAS Y ENCOFRADOS DEL PARAGUAS DE 40 METROS

Las obras se llevaron a cabo con rapidez, vigiladas con atención por un Sánchez del Río ya muy cercano a la jubilación, lo que no le impidió, como en Oviedo, trepar a lo alto de las estructuras en ejecución y fotografiarse mientras inspeccionaba encofrados y armadura [ FIGS. 120, 121, 122 y 123 ].

Los paraguas de Pola de Siera no han tenido ni larga ni feliz vida. En los años ochenta se decidió emplazar la estación de autobuses en los terrenos hasta entonces empleados para mercado de ganado, y ello hizo necesario el derribo del grupo de tres paraguas, quizás la parte más elegante del conjunto. Se salvó el mayor, que se integró en las nuevas instalaciones, pero en el que se habían detectado diversos daños estructurales, debidos bien a



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

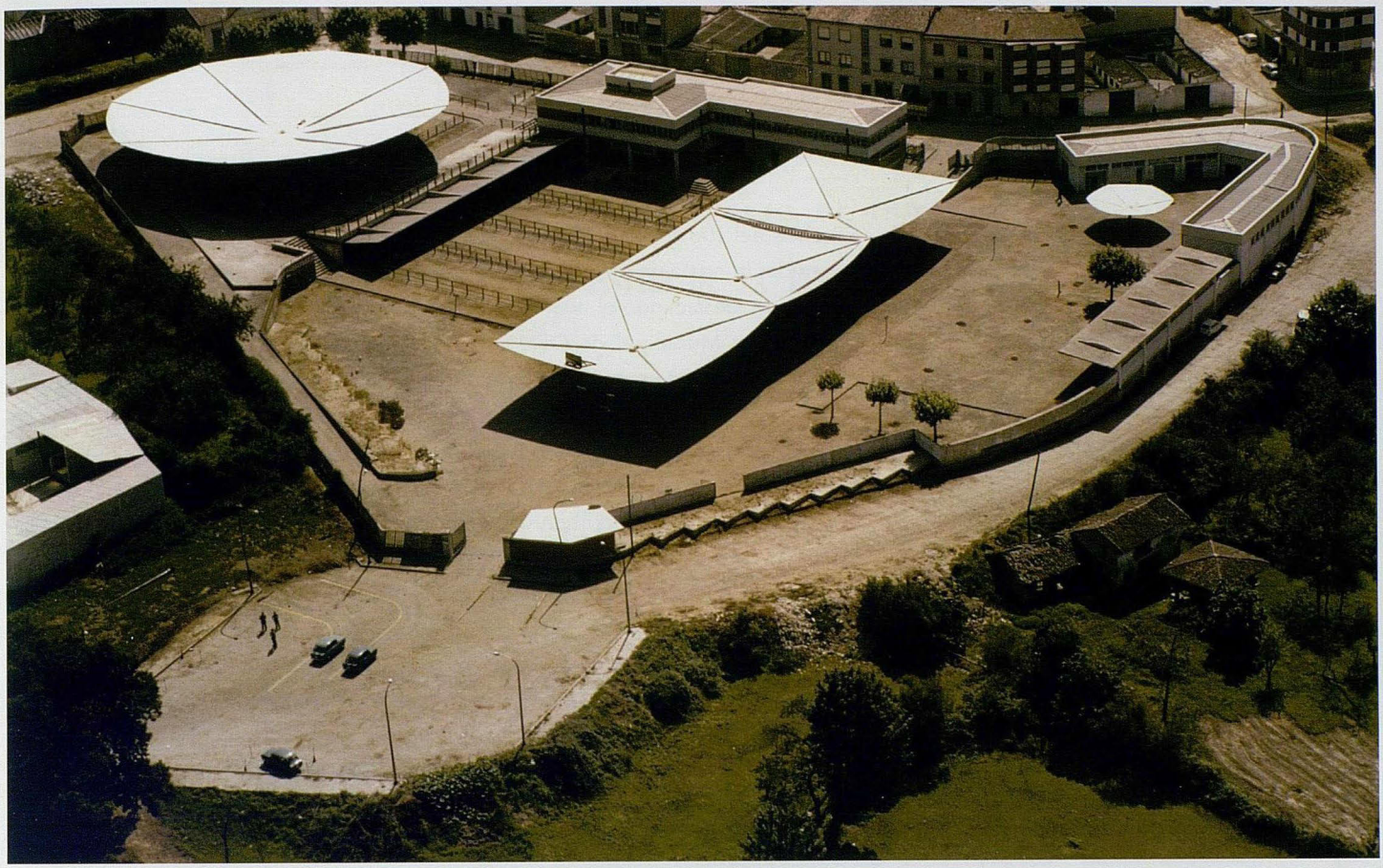


FIGURA 123. VISTA DEL CONJUNTO DEL MERCADO DE GANADO DE POLA DE SIERO

asientos del terreno bajo la gran zapata central, bien a errores a la hora de prever los empujes del viento. Ya en 1984 la Demarcación de Asturias del Colegio de Ingenieros de Caminos había dado la voz de alerta, promoviendo la realización de las obras de rehabilitación que fueran pertinentes. En 1990 se aprobó un proyecto de consolidación redactado por el ingeniero de Caminos Aníbal Pérez Guerrero, lo que ha salvado al paraguas de lo que se calificaba como de inminente ruina. Pero si la estabilidad quedó asegurada, en la actualidad es manifiesta la degradación del hormigón de las láminas, tal vez por el escaso espesor de las mismas, que no llegaba a 4 centímetros, produciéndose desprendimientos de material que han hecho necesaria la colocación de una red bajo la gran cubierta [ FIG. 124 ].



FIGURA 124. EL PARAGUAS DE 40 METROS EN LA ACTUALIDAD, CON EL FUSTE REFORZADO Y UNA RED DE PROTECCIÓN



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURAS 125. ENTREGA DEL TÍTULO DE HIJO ADOPTIVO DE OVIEDO A ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO

Sánchez del Río fue objeto de varios y merecidos homenajes en los últimos años de su vida, destacando el acuerdo de la Corporación Municipal de Oviedo, tomado en 1979 por unanimidad, en concederle el título de Hijo Adoptivo de Oviedo. El acto de entrega tuvo lugar el 9 de noviembre y en el mismo día se descubrió una placa conmemorativa en el Palacio de Deportes. Apenas un año después Ildefonso Sánchez del Río fallecía en Madrid, el treinta de noviembre de 1980. Varias calles de localidades de Asturias y La Rioja llevan su nombre, a veces conjuntamente con el de su hermano Carlos [ FIG. 125 ].

Queda fuera de las pretensiones de esta crónica hacer un análisis más profundo del significado y trascendencia que la obra de Ildefonso Sánchez del Río pueda tener en la Historia de la Ingeniería y especialmente de la Ingeniería Estructural en España. Tras la lectura de sus artículos y de las memorias de sus proyectos resulta fácil sentir simpatía hacia el personaje, por su amor hacia la profesión, por su vitalidad optimista y por su afán de libertad creadora. Sin embargo, también parece evidente que su capacidad de innovación se agotó hacia los primeros años cincuenta, cuando el desarrollo de la dovela-onda queda prácticamente concluido. Es de lamentar que no surgieran de inmediato ocasiones para llevar a la realidad las grandes bóvedas por él imaginadas, que hubieran podido mostrar en toda su plenitud las virtudes de su sistema. Produce cierta tristeza constatar que la única obra de gran porte que llegó a construirse se terminó más de veinte años después del célebre ensayo del arco de cien metros realizado en el laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Caminos. Excesivo tiempo para la velocidad con que la Ingeniería y la Arquitectura evolucionaban en los tiempos en que vivió [ FIG. 126 ].

## FUENTES

Las fuentes empleadas para la redacción de esta crónica han sido principalmente dos. En primer lugar, el Archivo Ildefonso Sánchez del Río que está depositado en la Fundación Juanelo Turriano. Aunque con algunas ausencias, este archivo contiene proyectos, planos, borradores, croquis, cartas, notas, fotografías y otra variada documentación. En segundo lugar, hemos utilizado los propios escritos de Sánchez del Río, especialmente sus artículos en revistas especializadas y cuya relación completa se puede encontrar en otro lugar de este libro.

Otras fuentes de interés que se han consultado para indagar en algunos aspectos concretos de la vida y obra de Sánchez del Río son el Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas, el Registro Mercantil de Madrid, el Archivo de la Escuela de Ingenieros de Caminos, la Hemeroteca Nacional, el Archivo Municipal de Oviedo y la Tesis Doctoral "Don Ildefonso Sánchez del Río y Pisón, un ingeniero poeta del hormigón armado", leída en la Universidad de Oviedo en 2004 y cuyo autor es Don Luis J. Peñalver Lamarca.

Todas las imágenes que no llevan referencia explícita en su pie de foto están tomadas del Archivo Ildefonso Sánchez del Río o han sido realizadas por el autor.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



ESTADO ESPAÑOL

MINISTERIO DE INDUSTRIA

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

**PATENTE DE INVENCION POR VEINTE AÑOS**

Sin la garantía del Gobierno en cuanto a la novedad, conveniencia, utilidad e importancia del objeto sobre que recae.

*El Excmo. Sr. Ministro de Industria*

*y en su nombre el Ilmo. Sr. Director General de Industria*

CERTIFICA: *Que* D. Ildefonso Sanchez del Rio y Pisón

*domiciliado en* Madrid *ha presentado con fecha* 14 *de* enero *de 19* 56, *en el Registro de entrada de* Madrid, *solicitud de Patente de invención por veinte años, por* "NUEVO PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE SUPERFICIES ONDULADAS DE HORMIGON ARMADO"

*declarando ser inventor* el solicitante

*y cumplidos los requisitos prevenidos en el vigente Estatuto de Propiedad Industrial, se concede y expide con esta fecha el presente Certificado-Título, para la Península, islas adyacentes posesiones y Protectorados españoles.*

*Madrid, a* seis de febrero *de mil novecientos cincuenta y* seis

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL - PATENTES

PATENTES-MARCAS MADRID

PATENTE DE INVENCION núm. 226.097, registrdo en el libro 574 folio 97.

3692

FIGURAS 126. LA PATENTE DE INVENCIÓN DEL NUEVO PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS CUBIERTAS ONDULADAS



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



# LAS CUBIERTAS DE SÁNCHEZ DEL RÍO EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL DE LA ARQUITECTURA MODERNA

PEPA CASSINELLO

## INTRODUCCIÓN

Ildefonso Sánchez del Río Pisón (1898-1980) ocupa un destacado lugar en la aventura formal y tecnológica acaecida con la llegada de la Modernidad y el paralelo desarrollo del hormigón armado, en la que se involucró directamente a través de la construcción de innovadoras cubiertas de grandes luces, muchas de las cuales forman parte del patrimonio de las estructuras laminares, uno de los más admirados hitos de la Historia de la Arquitectura y la Ingeniería Civil del siglo XX.

Discípulo de José Eugenio Ribera, y coetáneo de Eduardo Torroja, el ingeniero Ildefonso Sánchez del Río Pisón se incorporó a la escena profesional en el año 1922. Fue uno de los fundadores de la empresa española Dragados y Construcciones, cuya actividad constructora ha ocupado desde su nacimiento un relevante lugar en el desarrollo de este sector en España. En su variado legado destaca su especial ingenio para generar patentes para cubiertas abovedadas de grandes luces y forjados cerámicos, que fueron producidas en su empresa Río - Cerámica, contribuyendo a impulsar la deprimida industria española, y permitiéndole proyectar y construir un relevante conjunto de pioneras cubiertas de hormigón armado, aligeradas con piezas cerámicas, de muy diferentes formas y tamaños, que llegaron a salvar vanos de luz libre de 100 metros, como en el caso del Palacio de Deportes de Oviedo (1961-1975).

IZADO Y POSICIONADO DE DOVELAS-ONDA EN LA CUBIERTA DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

En la segunda década del siglo XX, el joven ingeniero Ildefonso Sánchez del Río Pisón encontró su específico y original método de diseño estructural retomando, de alguna manera, una magistral lección del pasado medieval, unida al conocimiento de las primeras experiencias de grandes cubiertas construidas con esqueletos espaciales de nervaduras en arco, que como la cubierta de la Sala del Siglo en Breslau (1911-1913), fueron la máxima vanguardia internacional del momento. Inicialmente su método de diseño se basó en la selección de geometrías susceptibles de ser generadas mediante esqueletos estructurales formados por entramados de nervaduras de gran canto, sobre las que apoyaba o colgaba plementos ligeros, que en unos casos ejecutó a modo de finas losas de hormigón armado, utilizando otras veces piezas prefabricadas de uralita, posicionadas a modo de tejas, y en otros casos ejecutó forjados aligerados con piezas cerámicas patentadas y fabricadas por él. Finalmente, tras una incansable búsqueda del método y la forma de construir cubiertas ligeras de grandes luces, Ildefonso Sánchez del Río, imitando a los pioneros maestros de las *Thin Concrete Shells*, introdujo la "ondulación" en la superficie de sus cubiertas, geometría que le dio la clave para alcanzar su objetivo, a través de la utilización de ingeniosas patentes cerámicas (dovela-onda) que desarrolló con este fin. Su obra es un original referente de la Historia de la Arquitectura Moderna y del pionero desarrollo de las cubiertas espaciales de hormigón armado, que finalmente, también en sus manos, se convirtieron en esbeltas estructuras laminares.

## CUBIERTAS ESPACIALES DE HORMIGÓN ARMADO. CONTEXTO INTERNACIONAL

En el año 1922, cuando Ildefonso Sánchez del Río Pisón se incorporó a la escena profesional, el hormigón armado estaba en pleno desarrollo, y a nivel mundial proliferaban las fábricas de cemento para hacer frente a su creciente demanda, ante la frenética e imparable aplicación de este nuevo material en el amplio campo de la construcción civil y arquitectónica. En el caso de España, la primera fábrica de cemento artificial se inauguró en 1898 en Tudela Veguín (Asturias) y contaba con una capacidad de producción de 15.000 toneladas anuales. A partir de este momento, y de manera encadenada, fueron apareciendo nuevas fábricas de cemento en España. En el año 1900 se inauguró en Guipúzcoa la Sociedad Comanditaria Hijos de J.M. Rezola, y un año después se fundó en Barcelona la Compañía General de Asfaltos y Portland Asland, S.A. En 1903 se instaló en Olazagutía la Sociedad de Cementos Portland, S.A. (El Cangrejo).

Las investigaciones realizadas, a nivel internacional, sobre los procesos de fabricación del cemento, habían conseguido abaratar el producto, haciendo posible que el uso del hormigón armado se extendiera, superando el impedimento existente al inicio del siglo XX para su utilización generalizada, que tal y como fue recogido en el *Handbuch für Architektur* publicado en Alemania en 1900, era fundamentalmente el elevado coste del cemento Portland, así como los inapropiados sistemas de construcción que todavía estaban pendientes de evolucionar y adaptarse a las específicas características del material. Abaratar el coste del cemento fue un objetivo prioritario, ya que no se trataba únicamente de la construcción de cubiertas, estructuras, carreteras, redes de tuberías, sino que, dada la resistencia a la flexión, a la corrosión y al fuego con las que contaba el hormigón armado, desde un principio, los silos de grano, los tanques de gas y depósitos de agua fueron también un tipo de construcciones muy propicias para ser construidas con este nuevo material. La primera revista técnica española dedicada exclusivamente al cemento, que recogía sus procesos de fabricación, investigaciones y aplicaciones, fue la nacida en el año 1929 en Barcelona bajo el nombre de *Cemento*[1] [ FIG. 1 ]. Dada la importancia que tenía la fabricación del cemento en el destino y desarrollo del hormigón armado, esta revista cumplió una función primordial en la difusión de las investigaciones y patentes, que a nivel nacional e internacional fueron apareciendo, contribuyendo a impulsar su utilización. La revista fue fundada y dirigida por el ingeniero industrial Patricio Palomar Collado (1898-1980), que, años más tarde, formaría parte de los técnicos del Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento (CSIC), que, dirigido por Eduardo Torroja, lideró el desarrollo del hormigón armado y pretensado a nivel nacional e internacional.

De forma paralela al desarrollo del material, desde principios del siglo XX ya se había iniciado la construcción de grandes cubiertas espaciales de hormigón armado, pero durante las dos primeras décadas,



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

estas nuevas cubiertas reprodujeron las mismas geometrías, características constructivas y composición formal de las cubiertas construidas anteriormente con otros materiales. Un hecho que, tal y como analizó Bruno Zevi[2] , es una constante en la Historia de la Arquitectura y la Ingeniería Civil. En efecto, a lo largo de los siglos, la aparición de un nuevo, y por ello desconocido, material no aportó innovaciones arquitectónicas desde el inicio de su utilización. Por el contrario, históricamente cada material introducido en la arquitectura ha imitado la apariencia de las soluciones anteriormente construidas con otros materiales; las arquitecturas egipcia y griega tallaron la piedra imitando las arcaicas construcciones en madera, la arquitectura renacentista dibujó, mediante revocos, despieces que imitaban las fábricas pétreas, e incluso la propia Arquitectura Moderna reprodujo, absurdamente, en hormigón armado, vigas de celosía imitando la forma y apariencia de las anteriormente hechas en hierro, nada adecuadas para ser construidas con este nuevo material, por la complejidad y laboriosidad que demandaban sus encofrados.

Siguiendo esta aparentemente ineludible pauta, las primeras cubiertas de hormigón armado imitaron tanto a las históricas bóvedas pétreas, utilizando sus mismas geometrías y grandes y pesadas masas de material, como a las cubiertas espaciales formadas por esqueletos de barras metálicas, que desde finales del XIX se constituyeron en la vanguardia de las cubiertas del espacio arquitectónico, de las que, sin duda, su más relevante hito fue el Crystal Palace construido por Paxton en París (1851).




FIGURA 1. PORTADAS DE LA REVISTA *CEMENTO* Nº 3, AGOSTO 1929, Y Nº 9, 1930. BARCELONA

Sin embargo, pese a este común e histórico comportamiento ante la utilización de nuevos materiales, el hormigón armado fue sin duda la excepción histórica, porque, trascurridas dos décadas de "imitación", finalmente encontró su innovador y específico camino, a través del cual contribuyó al desarrollo de una Nueva Arquitectura. Fue en la década de los años 20 cuando las cubiertas espaciales de hormigón armado iniciaron lo que podemos llamar la "Aventura Laminar de la Arquitectura Moderna", en la que, aprovechando sus específicas características estructurales, encontraron la nueva libertad de forma y tamaño que este material les brindaba, capacitándose para convertir las cubiertas de hormigón armado en esbeltas y ligeras "estructuras laminares", que construidas con una amplia gama de también nuevas geometrías, iniciaron el camino hacia la racionalización de su proceso de construcción, la drástica reducción de su masa/peso, la desnudez de la forma y la hazaña tecnológica de cubrir espacios de mayores tamaños sin apoyos intermedios, pasando de los 42 metros del Panteón de Agripa en Roma, el mayor tamaño alcanzado por una bóveda pétrea en la Historia, a los 218 metros de vano libre de la cubierta laminar de hormigón armado del CNIT de París (1958)[3].

Pero no podemos olvidar que el motor de este radical cambio de rumbo en la Historia de la Arquitectura no fue solo el anhelo científico y tecnológico de dominar, evolucionar y aprovechar este nuevo material, sino también la coetánea aparición, en el contexto internacional, de un Nuevo Modelo de Pensamiento –*La Modernidad*– que revolucionó el sentir de todos los campos de actuación y desarrollo del hombre. Un sentir que siempre será reconocido a través de la posterior, rotunda y concisa frase "*Less is More*"[4], que convirtió a los cascarones de hormigón armado en desnudas y eficaces formas en las que, de manera tajante, se cumplían los principios de la Arquitectura Moderna, que fueron en gran medida abanderados por Le Corbusier en 1928.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 2. BÜRKLIPLATZ PAVILLION. ROBERT MAILLART, 1908

## PRIMERA ETAPA [ 1900-1920 ]

### INICIO DE LAS CUBIERTAS DE HORMIGÓN ARMADO

Entre las primeras cubiertas de hormigón armado construidas destacan: la pequeña cubierta del Bürkliplatz Pavillion proyectada en 1908 por Robert Maillart (1872-1940) en Zürich, la de la Estación Central de Helsinki proyectada por Gottlieb Eliel Saarinen (1873-1950) en 1909, la de la Estación de Bercy-París construida por el ingeniero francés Simon Boussiron (1873-1958) en el año 1910, las cubiertas de la Biblioteca de Melbourne (1909), y la Cúpula de la Sala del Siglo en Breslau (1913). Todas estas cubiertas representan, en su conjunto, la evolución y desarrollo de las cubiertas espaciales de hormigón armado, acaecidos en las dos primeras décadas del siglo XX, no solo en cuanto a su tamaño y características estructurales y constructivas se refiere, sino también a su concepción e imagen formal.

El célebre ingeniero suizo Robert Maillart (1872-1940) fue uno de los indudables protagonistas de la evolución y desarrollo del hormigón armado a nivel internacional, cuyo legado más relevante está referido a sus innovadores puentes de la Modernidad[5]. Sin embargo, las escasas cubiertas de hormigón armado que construyó destacan también de manera muy especial por sus pioneras aportaciones. En el año 1908, construyó la pequeña cubierta cupular del Bürkliplatz Pavillion [ FIG. 2 ], tras haber inventado ese mismo año el forjado fungiforme, un sistema estructural en el cual se elimina la transición pilar-losa-viga, integrándose en el mismo canto losa-viga. Pese a su reducido tamaño e imagen historicista, esta pequeña cubierta representa un gran avance en la conquista tecnológica de las aplicaciones de este nuevo material. Otra de las primeras cubiertas de hormigón armado fue la proyectada por Eliel Saarinen en 1909, e inaugurada en 1914, en la remodelación de la Estación Central de Trenes de Helsinki [ FIG. 3 ]. En este caso, se trata de una cubierta espacial de cañón corrido, integrada en una de las más admiradas construcciones del Art Nouveau finlandés, donde el hormigón armado convive con románticos espacios presididos por decoraciones diseñadas por sus máximos exponentes, como Emil Wikström, autor de los enormes porteadores de antorchas ubicados en su fachada principal. Pocos años antes, en 1910, el ingeniero francés Simon Boussiron (1873-1958) había construido en la Estación de Bercy de París una pequeña bóveda de cañón de directriz parabólica, de 8 cm de espesor y 10 m de luz, en la que realmente la esbeltez de la pieza puede ser reconocida como el inicio de una "historia" marcada por la continua y frenética búsqueda de la máxima esbeltez de los "cascarones de hormigón armado".

Pero desde principios del siglo XX, además de construirse cúpulas y bóvedas de masas continuas de hormigón armado, que de alguna manera "imitaban" a las realizadas con fábricas pétreas y cerámicas, también se construyeron otro tipo de cubiertas, que tal y como he referido anteriormente, imitaban los armazones espaciales de barras, construidos con elementos metálicos. Un tipo de esqueleto estructural, que en gran medida, fue el referente de la obra del ingeniero Ildefonso Sánchez del Río Pisón, que no construyó cubiertas de hormigón de masa continua, sino entramados de arcos y vigas sobre los que tendía o colgaba esbeltos plementos, aplicando este sistema a nuevas geometrías. A este tipo de cubiertas de hormigón armado pertenecen las grandes cubiertas de la Biblioteca de Melbourne (1909), y la Cúpula de la Sala del Siglo en Breslau (1913).



FIGURA 3. ESTACIÓN CENTRAL DE TRENES DE HELSINKI. ELIEL SAARINEN, 1909-1914



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

En 1909, se adjudicó a Swanson Brothers la Biblioteca Pública de Melbourne tras abandonar el proyecto realizado por John Monash, en el que estaba prevista la utilización de la patente de Monier, y en la que finalmente se utilizó la patente de la Trussed Concrete Steel Co. of England, para la construcción de su cúpula octogonal de hormigón armado de 34,8 metros de diámetro, que en aquellos momentos fue la de mayor tamaño construida en el mundo con este nuevo material. Un indudable hito en el desarrollo de las grandes cubiertas de hormigón armado, pero que sin embargo era casi 10 metros menor que la cúpula del Panteón de Agripa en Roma, y tan solo 4,80 m mayor que la entonces recién inaugurada cúpula de fábrica tabicada del crucero de la Catedral de San Juan el Divino en Nueva York (1908), que fue proyectada por el célebre ingeniero español Rafael Guastavino[6].

Se trataba de una cubierta historicista, cuyo esqueleto estructural estaba formado por un entramado de gruesos y pesados arcos de hormigón armado dispuestos radialmente, que, partiendo de los 8 vértices de su planta octogonal, se unían en un anillo central de compresión, sobre el que emerge la linterna que remata la cúpula [FIG. 4]. Una composición clásica, que claramente denota la anteriormente referida "imitación" de los esqueletos estructurales construidos desde finales del siglo XIX con vigas metálicas, y que utilizando hormigón armado pierden, en gran medida, su *razón de ser*, ya que no solo se incrementa el peso de la cubierta, demandando mayores secciones resistentes en sus puntos de apoyo y cimentación, sino que se complicaba enormemente el proceso de construcción, basado en la ejecución artesanal de un entramado de laboriosos encofrados, y en la resolución de juntas y encuentros de armaduras entre los diferentes elementos estructurales, que necesariamente adquieren mayores cantos a medida que aumenta el tamaño de la cúpula. Un proceso muy diferente al seguido en el montaje y en las uniones de elementos metálicos, cuyas características son idóneas para la construcción racional de este tipo de entramados. Todavía no se había descubierto el óptimo aprovechamiento de sus específicas cualidades, formáceas y adecuo-resistentes, que años más tarde dieron lugar a los esbeltos "cascarones de hormigón armado" de masas continuas y reducido espesor.

Pocos años después, en 1913, se inauguró la Sala del Siglo (Jahrhunderhalle) en Breslau (Polonia), como monumento centenario para conmemorar la victoria en Leipzig de las tropas alemanas sobre Napoleón. Un auditorio circular con instalaciones anexas, que cubría una superficie total de 1.950 $m^2$, y cuya cúpula central de hormigón armado casi duplicó el tamaño de la de Melbourne, utilizando un esqueleto estructural muy diferente, pese a tratarse también de la utilización de un entramado espacial de arcos de hormigón armado. Fue diseñada por el arquitecto Max Berg y los ingenieros Willi Gehler y Günther Trauer, y construida por la pionera empresa de ingeniería alemana Dyckerhoff and Widman, la misma que años más tarde construiría en Jena (Alemania) la que es internacionalmente conocida como la primera *Thin Concrete Shell*.



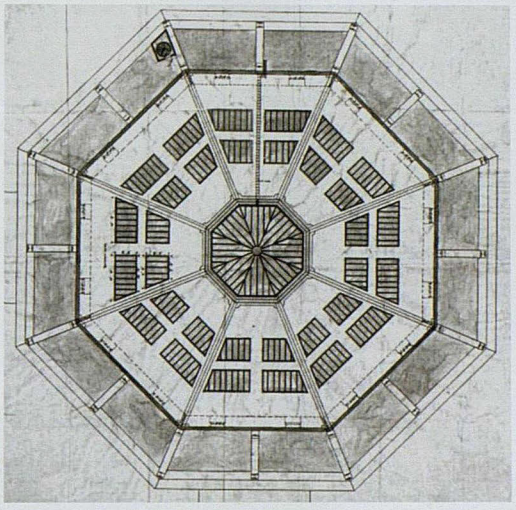




FIGURA 4. BIBLIOTECA PÚBLICA DE MELBOURNE. SWANSON BROTHERS, 1909



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



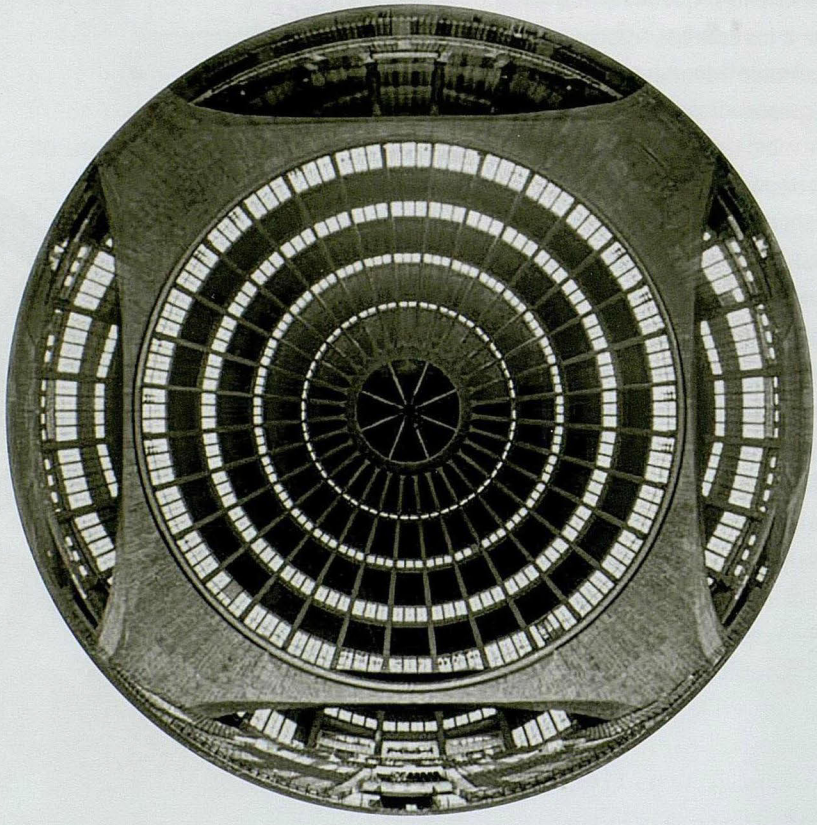


FIGURA 6. CÚPULA DE LA SALA DEL SIGLO EN BRESLAU. MAX BERG, WILLI GEHLER Y GÜNTHER TRAUER. DYCKERHOFF AND WIDMAN, 1911-1913

La cúpula de hormigón armado del Jahrhunderhalle cubre una planta circular de 65 metros de diámetro, contando con una flecha de 42 m. Se trata de una innovadora cubierta que nace desde un gran anillo murario de doble altura, ejecutado en hormigón armado, perforado por cuatro grandes arcos que, a nivel de suelo, dan continuidad espacial a los accesos a la sala y sus graderíos [ FIGS. 5 y 6 ]. Además de incrementar el tamaño alcanzado por la cúpula de Melbourne, se trata de una nueva concepción espacial, en la que el esqueleto estructural, formado por la secuencia continua de grandes arcos de hormigón armado, se hace presente en el espacio interior de la sala, adquiriendo la primacía de su composición formal. Un importante referente de la Historia de la Arquitectura, que de alguna manera está ligado a muchas de las concepciones espaciales utilizadas posteriormente, como es el caso de los Hangares de Orly de Freyssinet (1923) o de gran parte de las icónicas estructuras laminares de Pier Luigi Nervi[7], como el Palazzeto de Deportes de Roma (1957). En efecto, pese a que su forma geométrica y funcionamiento estructural es claramente diferente al de la cúpula del Jahrhunderhalle, tratándose de esbeltas estructuras laminares, se establece en ellas el mismo lenguaje formal entre estructura y espacio sostenido, generando una inseparable percepción entre ambos, ya que la cubierta no se limita a coronar la volumetría del edificio, sino a definirla de manera integral.

El esqueleto estructural del Jahrhunderhalle no está formado únicamente por una secuencia radial de arcos de hormigón ar-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

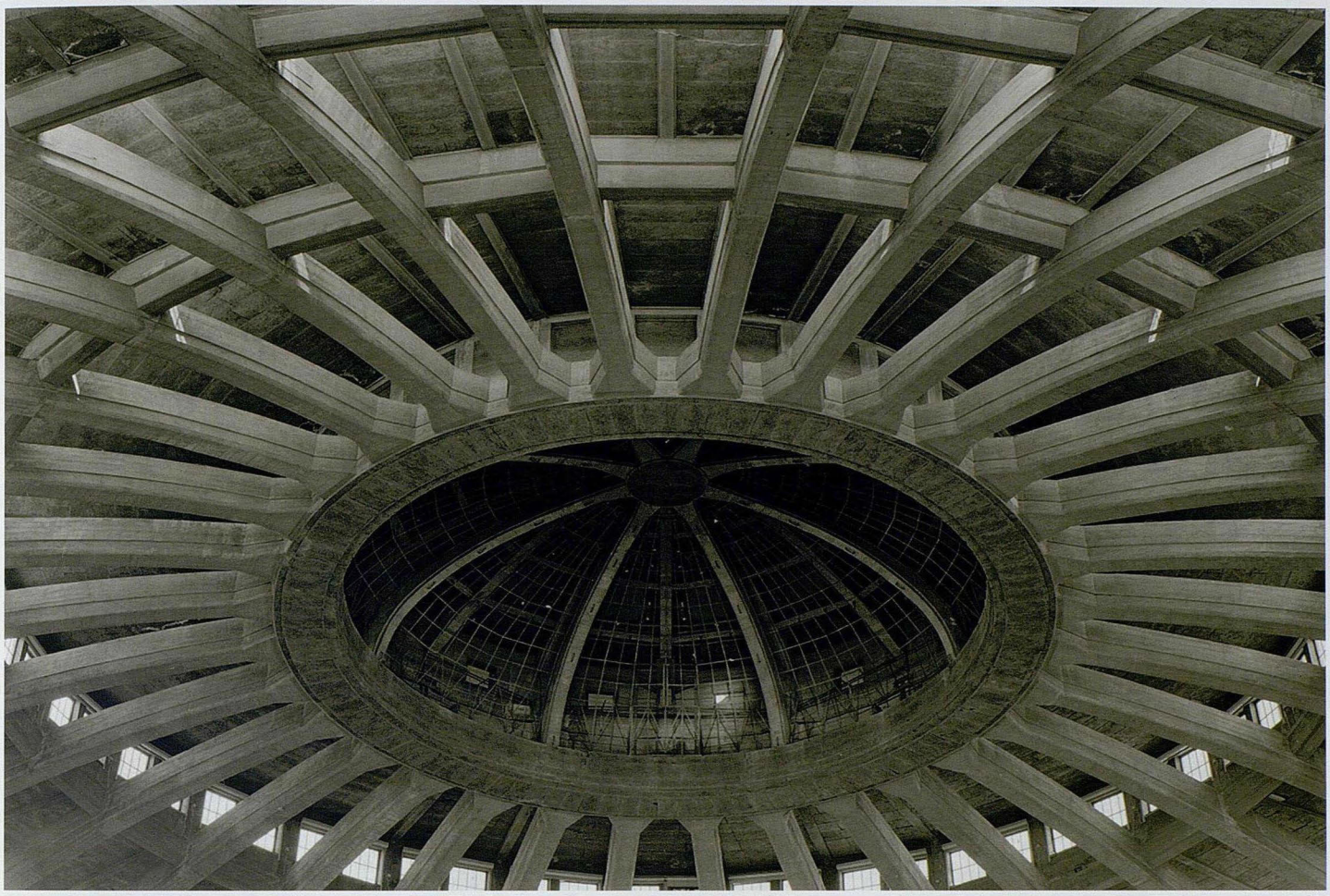
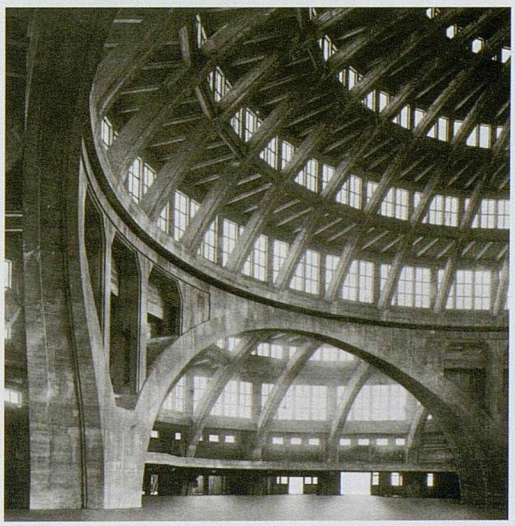


FIGURA 5. CÚPULA DE LA SALA DEL SIGLO EN BRESLAU, 1911-1913

mado, sino que sobre éstos apoyan tres niveles exteriores circulares de ventanales concéntricos, dispuestos entre pequeñas tornapuntas verticales de hormigón armado, formándose así una estructura espacial de doble capa escalonada, que incrementa el canto a flexión del conjunto, sin representar por ello una visión masiva de material, debido a la penetración de la luz natural en todo el perímetro circular [ FIGS. 5 y 6 ]. El conjunto de arcos se une en la zona central, al igual que en el caso de la Biblioteca de Melbourne, mediante un anillo de hormigón armado comprimido, sobre el que emerge, en este caso, un casquete esférico que, en lugar de ser un óculo de luz cenital, permanece ciego potenciando la percepción de la luz anular escalonada. De igual manera, pese a que no se percibe desde el exterior, este esqueleto estructural espacial sirve de apoyo a las pasarelas y tribunas intermedias, quedando la totalidad del espacio interior presidido por el esqueleto de la cubierta. Una ingeniosa estructura de hormigón armado que permitió duplicar la luz de vano libre hasta entonces construida, convirtiéndose en referencia obligada no solo de la historia de las cubiertas de hormigón armado, sino de los pioneros espacios que iniciaron el camino hacia la Modernidad, desde el expresionismo alemán de principios del siglo XX, y del nuevo lenguaje nacido entre la estructura y el espacio sostenido. Sin duda se trata de la más innovadora e impresionante cubierta de hormigón armado construida en las primeras décadas del siglo XX.





FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

## SEGUNDA ETAPA [ 1920-1940 ]

### PRIMERAS APORTACIONES DE ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN

En el corto periodo de tiempo transcurrido entre el inicio de la década de los años 20 y el principio de los años 30, acaecieron tres acontecimientos que marcaron no solo el destino de las cubiertas de hormigón armado, sino el de la Arquitectura y la Ingeniería Civil. Dos de estos acontecimientos están referidos a relevantes hitos tecnológicos alcanzados en el siglo XX: la construcción de la primera estructura laminar de hormigón armado en Jena (Alemania) en 1925[8], y la aparición de la primera patente de hormigón pretensado, que fue registrada en París en el año 1928 por Eugène Freyssinet, autor de los famosos Hangares de Orly[9]. Pero el tercer acontecimiento tuvo todavía una mayor repercusión, por estar motivado, por encima de cualquier material, tecnología o disciplina, por un nuevo modelo de pensamiento y actuación. Se trata de la consolidación definitiva de la Modernidad, que acaeció a través de la celebración del primer Congreso Internacional de la Arquitectura Moderna, CIAM, celebrado en el Castillo de Sarrazar en 1928.

En este contexto internacional, en el año 1922, fue cuando el joven ingeniero Ildefonso Sánchez del Río Pisón apareció en la escena profesional, siendo nombrado ingeniero municipal del Ayuntamiento de Oviedo en 1924, cargo que ostentaría hasta el año 1940. En estos años realizó algunas de sus más ingeniosas cubiertas de hormigón armado, entre las que destacan sus famosos paraguas, el IV Depósito de Aguas de Oviedo y el Mercado de Pola de Siero.

Tal y como el propio Ildefonso Sánchez del Río Pisón manifestó en 1960[10], tras 33 años de ejercicio de su profesión, desde el primer momento uno de sus máximos deseos fue proyectar y construir grandes cubiertas de hormigón armado, involucrándose así en la aventura formal y tecnológica iniciada pocos años antes de su incorporación al mundo profesional. Sin embargo, aunque en 1960 también manifestó que en un principio no se había dedicado a construir cubiertas laminares, por considerar complejo su cálculo, posteriormente, durante sus últimos años, proyectó y construyó algunas innovadoras cubiertas laminares de hormigón armado, como el paraguas invertido de Pola de Siero, de 40 metros de diámetro, y la que sin duda fue su gran obra, el Palacio de Deportes de Oviedo, cuya luz de vano alcanzó 100 metros (1961-1975).

"Siempre me ha interesado el modo de cubrir grandes superficies, sin empleo, naturalmente, de apoyos interiores. Puede decirse que soy un especialista en esta materia, porque, como verán, mi primera cubierta original data de hace treinta y tres años, que corresponde a la del IV Depósito de Aguas de Oviedo. Ahora bien, a diferencia de Torroja y Salvadori, llevo treinta y tres años proyectando y construyendo cubiertas, pero ninguno he dedicado a profundizar en la teoría de las cubiertas laminares, porque no tengo la preparación matemática de mis admirados colegas". Ildefonso Sánchez del Río Pisón (*Informes de la Construcción*, nº 119, marzo 1960).

A este respecto es importante tener presente que en la década de los años 20, cuando Ildefonso Sánchez del Río Pisón proyectó sus primeras cubiertas de hormigón armado, fue precisamente cuando nacieron las *Thin Concrete Shells*, que en un principio fueron proyectadas y construidas por un reducido número de ingenieros relacionados, y en su mayoría formados, con la empresa alemana Dyckerhoff and Widman, que fue la indudable protagonista de la "Aventura Laminar de la Arquitectura Moderna". Su inicio ocurrió en el año 1922, cuando Walter Bauersfeld proyectó, para el Deutsche Museum de Munich, una bóveda laminar esférica que debía servir para proyectar los movimientos de los cuerpos celestes. Esta primera estructura laminar de geometría esférica se ejecutó con un esqueleto espacial de barras metálicas formado por 3.840, sobre el que, por indicación del ingeniero Franz Dischinger, jefe de la empresa Dyckerhoff and Widman, se proyectó hormigón. La estructura laminar de Zeiss Factory en Jena tenía un espesor de tan solo 3 cm, y cubría un diámetro de 16 metros. A partir de este momento, tanto Dischinger como otros ingenieros alemanes de la empresa Dyckerhoff and Widman protagonizaron el desarrollo de la teoría y cálculo de las estructuras laminares[11]. Entre ellos destaca también el ingeniero ale-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

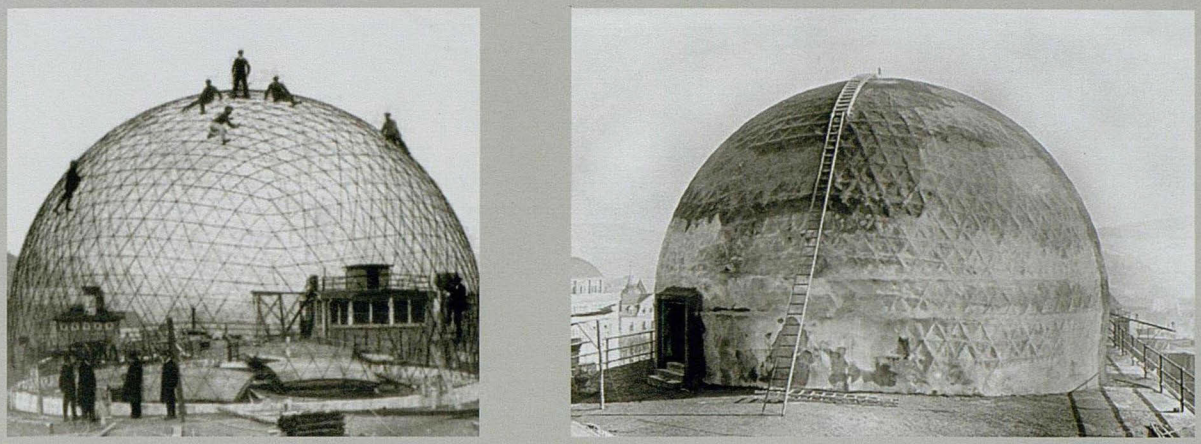


FIGURA 7. ESTRUCTURA LAMINAR. ZEISS FACTORY. JENA ALEMANIA. DYCKERHOFF AND WIDMAN, 1925

mán Wilhelm Flügge (1904-1990), que en 1934 publicó el primer texto sobre la teoría de las estructuras laminares, *Statik und Dynamik der Schalen*, que fue traducido al inglés en 1960 bajo el título *Stresses in Shell*, y que durante más de veinte años fue referencia obligada para el diseño estructural de las *Thin Concrete Shells* [ FIG. 7 ].

Estos coetáneos acontecimientos en referencia al proyecto, cálculo y construcción de las estructuras laminares, ponen de manifiesto la enorme dificultad que existía en aquellos momentos para acceder al incipiente conocimiento técnico de las recién nacidas estructuras laminares, no solo para Sánchez del Río, sino para cualquier ingeniero o arquitecto ávido de este conocimiento. Por esta razón, en 1924, Sánchez del Río Pisón buscó su propio e innovador método para proyectar y construir grandes cubiertas de hormigón armado, basándose en experiencias anteriores a la aparición de las *Thin Concrete Shells*.

## SÁNCHEZ DEL RÍO: EL MÉTODO Y LA FORMA

Uno de los primeros encargos que Ildefonso Sánchez del Río Pisón recibió del Ayuntamiento Oviedo, durante la década de los años veinte, fue diseñar un prototipo de lavadero público, que sería construido en diferentes localidades, y que tenía que estar cubierto para proteger a las lavanderas de las frecuentes lluvias de la zona. Como propuesta innovadora y necesariamente económica, Ildefonso Sánchez del Río proyectó un lavadero de planta circular cubierto por un paraguas de hormigón armado situado en su centro.

En el proyecto de esta pequeña cubierta, Ildefonso Sánchez del Río Pisón encontró su específico método de diseño, el mismo que aplicó en la mayor parte de las cubiertas que proyectó y construyó durante más de 30 años. El método consistía en seleccionar una "forma geométrica" adecuada que fuera susceptible de ser generada por una superficie formada por dos elementos; un entramado espacial de nervaduras (lineales o curvas), que eran ejecutadas en hormigón armado, y unos elementos autoportantes apoyados en ellas, que contaran con gran rigidez y poco peso, para poder optimizar su funcionamiento estructural, proceso de ejecución y coste. En todas sus cubiertas, el entramado de nervaduras (lineales o curvas) fue ejecutado, en efecto, con hormigón armado *in situ*, mientras que en la ejecución de los plementos utilizó soluciones muy diferentes, desde piezas prefabricadas de uralita, losas de hormigón armado *in situ*, y patentes propias de piezas cerámicas, que fueron fabricadas en su empresa Río - Cerámica. Incluso en sus últimas obras, las nervaduras de canto visto son una constante en el legado de Sánchez del Río[12].



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



CUBIERTAS-PARAGUAS

En base a este método, Ildefonso Sánchez del Río Pisón proyectó su primera cubierta de hormigón armado a modo de paraguas. Partiendo de la geometría de un cono muy rebajado, ubicó su apoyo en un pilar central dotado de capitel de transición del que parten, de manera radial, un conjunto de nervaduras de canto, arriostradas entre sí por un anillo que, acortando su vuelo efectivo, optimiza el funcionamiento estructural del conjunto. Sobre estas nervaduras radiales, ejecutadas *in situ* con hormigón armado, apoya grandes piezas curvas de uralita de 1 cm de espesor, colocadas a modo de tejas solapadas y sujetas con tornillos. Se trata de un esqueleto estructural de elementos lineales de hormigón armado, cuyas secciones resistentes se optimizan no solo por la específica disposición de nervaduras y zunchos, sino por el hecho de estar cubierto por delgadas piezas de escaso peso propio, que semejan la tela de un paraguas. Su forma ondulada y fuertemente nervada aporta rigidez al conjunto garantizando su estabilidad.

Para racionalizar su proceso de construcción y minimizar su coste, Sánchez del Río proyectó minuciosamente cada detalle de sus paraguas, dado que además se trataba de un prototipo del cual estaba previsto construir varios en diferentes poblaciones. Respondiendo a la geometría idónea de su posición en voladizo, la sección rectangular de las nervaduras disminuye en su extremo. El pilar se dimensiona con sección hexagonal para darle continuidad con el capitel de transición del que parten las nervaduras, ya que de haber sido cilíndrico también lo hubiera



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO




FIGURA 8. PARAGUAS DE LA CORREDORIA, OVIEDO. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO

tenido que serlo el pilar, hecho que en aquellos momentos hubiera elevado, en mayor o menor medida, el coste de su encofrado. Las piezas prefabricadas de uralita, sin duda fueron fabricadas específicamente para el prototipo de paraguas diseñado por Sánchez del Río, ya que estas se adaptan a su específica geometría, que demanda, en este caso, tres tipos de piezas diferentes, que van disminuyendo de tamaño a medida que su posición se acerca al centro del paraguas. Pese a tratarse de piezas de fabricación especial, la ejecución *in situ* de estos plementos laminares curvos con hormigón armado hubiera supuesto un artesanal y laborioso encofrado, que sin duda habría restado racionalidad al proceso de construcción del prototipo, y elevado su coste. Este prototipo de lavadero cubierto dotado de marquesina a modo de paraguas de hormigón armado, se construyó en varias localidades asturianas durante los años veinte y treinta, entre ellas Olloniego y Oviedo (Paraguas de la Corredoria) [ FIGS. 8 y 9 ].

La utilización de uralita como solución para cubiertas inició su proliferación en la década de los años veinte, y fue uno de los materiales más difundidos a través de las revistas técnicas, incluida la anteriormente mencionada revista *Cemento* fundada en 1929 [ FIG. 10 ]. Ildefonso Sánchez del Río utilizó piezas uralita en gran parte de sus cubiertas, entre ellas la cubierta del Estadio de Oviedo[13], en la que cubrió voladizos de hasta 15 metros, y que, tal y como él mismo explicó, fue posible gracias a la ligereza de este material.

El diámetro de los primeros paraguas de hormigón armado fue de 8 metros, pero posteriormente construyó otros de mayor tamaño, manteniendo el mismo esqueleto estructural, en el que tan solo añadía un nuevo zuncho circular concéntrico, como es el caso del famoso paraguas de la Leche de Oviedo[14], de diámetro 15,00 metros, que cuenta con dos zunchos concéntricos. Este paraguas fue proyectado para cobijar a las vendedoras de leche. Actualmente la plaza donde se ubica es conocida como la "Plaza del Paraguas" [ FIG. 11 ].

Sánchez del Río construyó también paraguas de diferentes geometrías, asimétricos e invertidos, generando una amplia gama de diferentes maneras de cubrir espacios arquitectónicos con este tipo de elementos. Entre ellos destaca el paraguas asimétrico que proyectó como cubierta del Quiosco de Música de Ciaño (Langreo). En este caso, por tratarse de un pequeño elemento singular, Sánchez del Río pro-




FIGURA 10. ANUNCIO DE URALITA. REVISTA *CEMENTO*, 1929



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

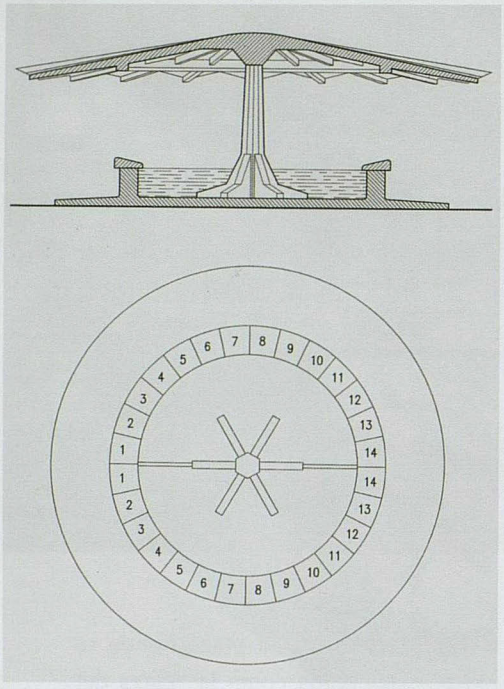



FIGURA 9. PROTOTIPO DE LAVADERO

yecta un paraguas muy diferente a sus anteriores prototipos. Se trata de un ingenioso paraguas excéntrico, de planta semejante a una concha de peregrino, colgado de un pilar circular de sección variable, con un pequeño capitel circular, del que parten 10 nervaduras en disposición simétrica respecto de la línea de máximo vuelo, existiendo 5 longitudes diferentes de nervaduras.

La manera en la que sostiene y equilibra el vuelo de 7,00 m es aligerando el peso propio de la superficie en su zona de mayor vuelo, razón por la cual ejecuta entre sus nervaduras un forjado unidireccional de bovedillas cerámicas, y sin embargo, en la zona de menor vuelo (2,50 m), lo ejecuta mediante losa maciza de hormigón armado, a la que añade una masa pesada en su borde trasero, con el fin de que sirva de contrapeso[15] [ FIG. 12 ]. El pilar circular emerge del extradós para colgar de él la cubierta, operación que se realiza mediante la colocación de un aro de acero fundido alrededor del pilar, al cual se sueldan los tirantes.

Esta peculiar y pequeña cubierta, proyectada con indudable ingenio, concilia el lenguaje resistente con su concepción espacial formal, percibiéndose en el paisaje como un rastro de la incipiente Modernidad española.

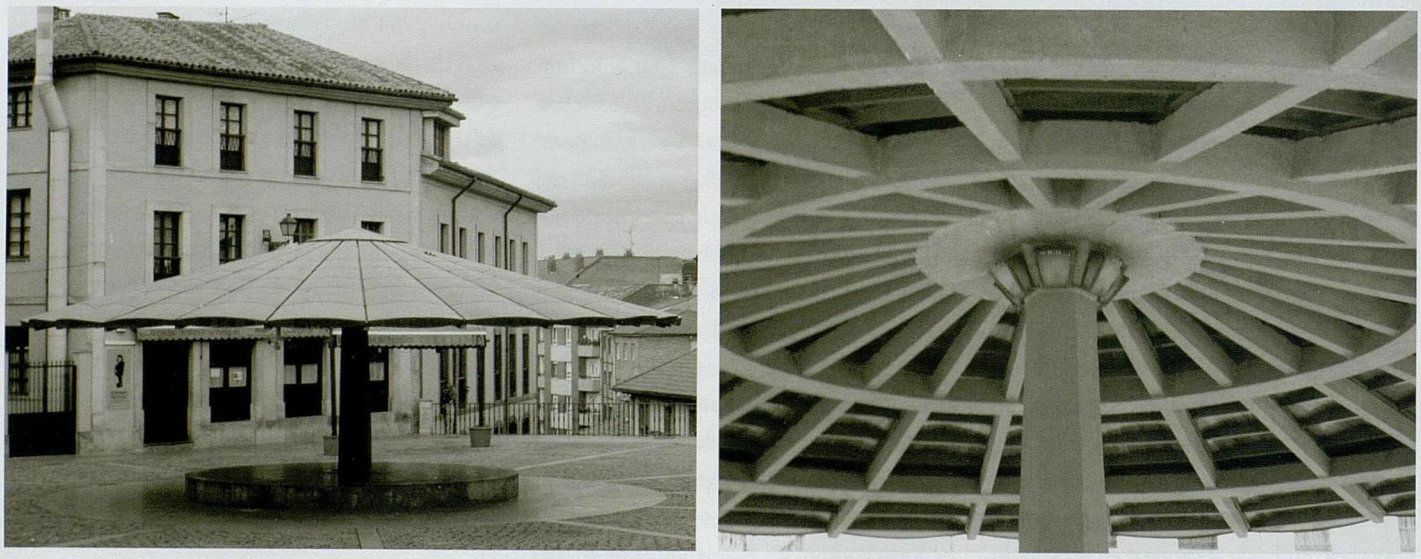


FIGURA 11. PARAGUAS DE LA LECHE DE OVIEDO EN LA ACTUALIDAD. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

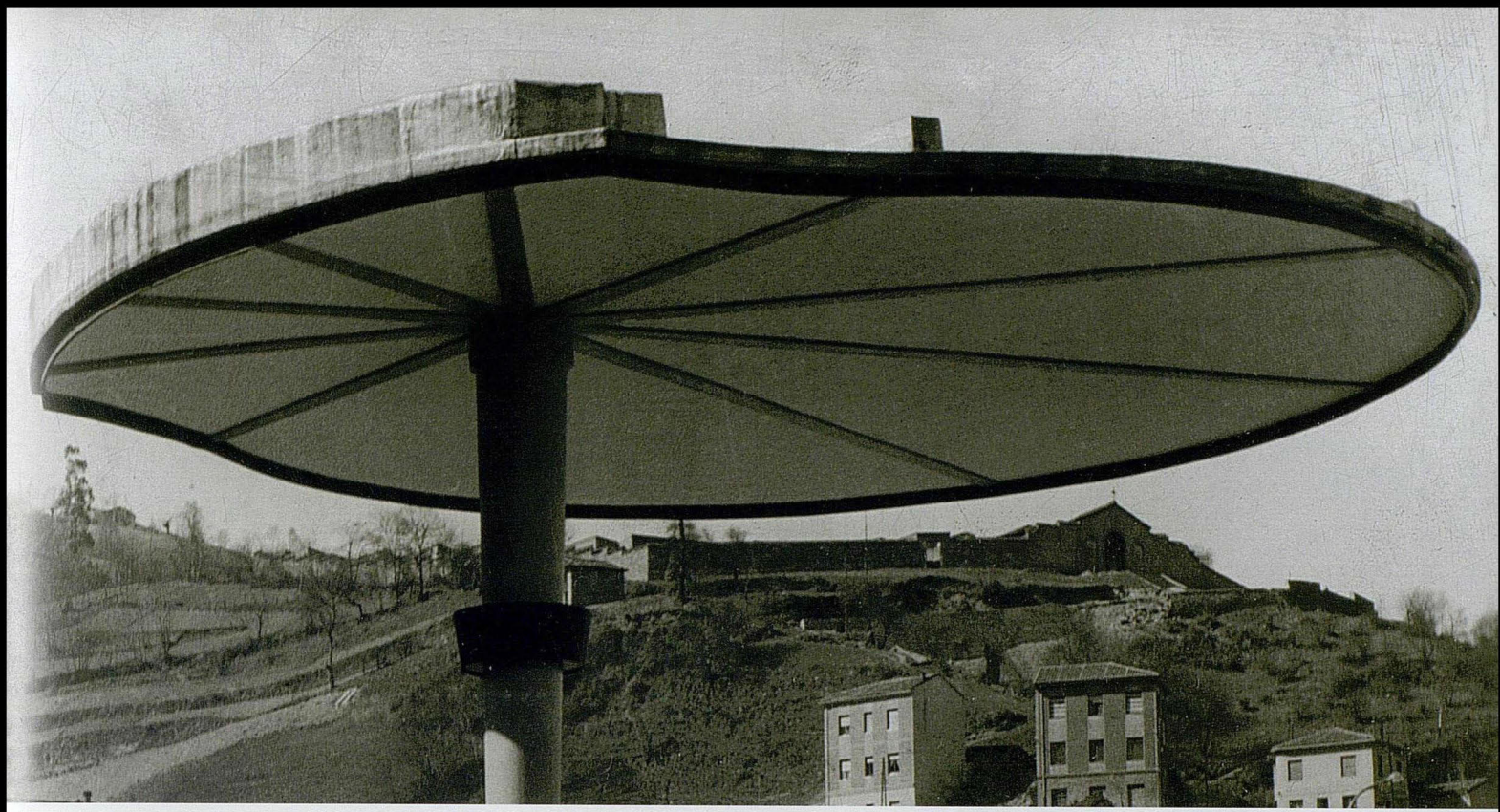


FIGURA 12 A. PARAGUAS DEL QUIOSCO DE MÚSICA DE CIAÑO, LANGREO. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO

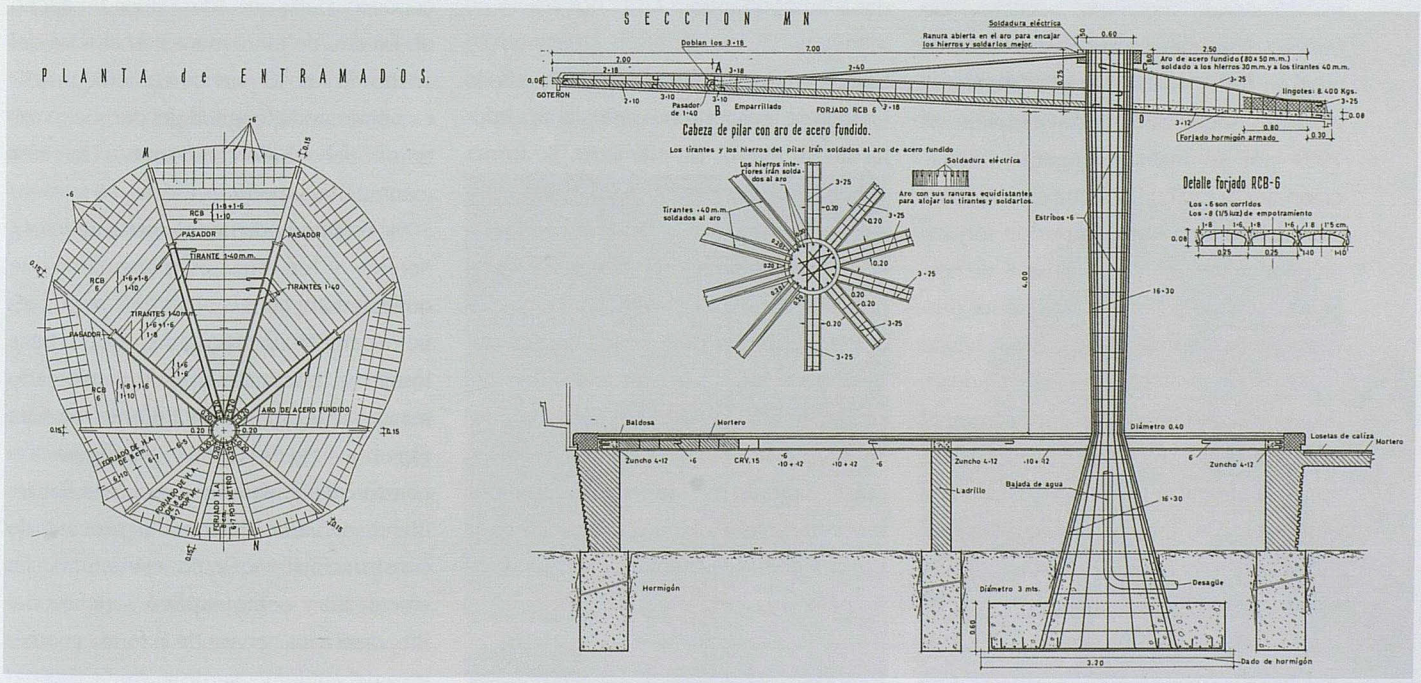



FIGURA 12 B. PLANTA Y SECCIÓN DEL PARAGUAS DEL QUIOSCO DE MÚSICA DE CIAÑO, LANGREO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

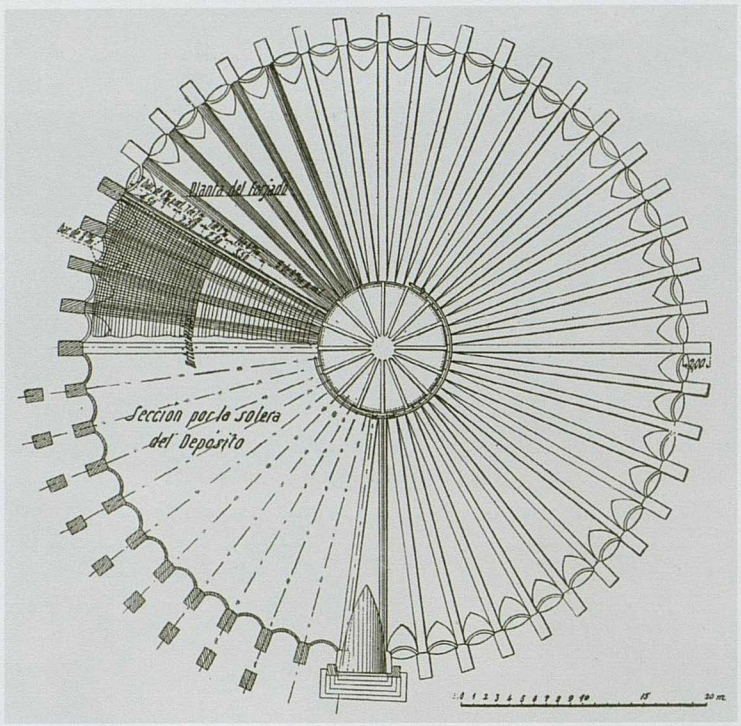



FIGURA 13. IV DEPÓSITO DE AGUAS DE OVIEDO. PLANTA

## CUBIERTAS DE DEPÓSITOS DE AGUA

Los depósitos de agua fueron otros de los proyectos que Idefonso Sánchez del Río realizó siendo ingeniero municipal de Oviedo. El primero que proyectó y construyó en 1927, sirvió de ampliación al que ya existía y que había sido realizado en 1904 por su maestro Eugenio Ribera, razón por la cual utilizó una similar solución de cubierta formada por un forjado unidireccional de vigas y viguetas de hormigón armado[16]. Fue en el posterior proyecto del IV Depósito de Aguas de Oviedo (1926-1928), de 10.000 $m^3$ de capacidad, donde Sánchez del Río, aplicando el mismo método proyectual que en sus primeras cubiertas-paraguas, definió un tipo innovador de esqueleto estructural de cubierta espacial de hormigón armado, económicamente competitivo frente a las alternativas existentes en aquellos momentos, debido a que lo desarrolló intrínsecamente unido a la racionalización de su proceso de construcción. El método de diseño consistía, tal y como ya he referido anteriormente, en la adecuada elección de la forma geométrica de la cubierta espacial, que debía permitir su generación mediante un esqueleto de potentes nervaduras autoportantes.

La cubierta del IV Depósito de Aguas de Oviedo se levanta sobre una planta circular de 50 metros de diámetro. Su forma geométrica es tórica, y en su centro se levanta un cilindro de 10 metros de diámetro, a modo de linterna, cubierto por una pequeña cúpula esférica nervada, que alberga la cámara de llaves. De esta manera, se acorta la luz de vano libre del esqueleto estructural de la cubierta principal, que se convierte en un cañón circular generado por la secuencia continua de nervaduras en arco que apoyan en la cámara de llaves central y en contrafuertes exteriores [ FIG. 13 ].

En la parte superior del cilindro central se ejecuta el anillo resistente, que, trabajando a compresión simple, alberga el arranque de los 48 nervios radiales de la cubierta tórica, que cuentan así con una luz libre de vano de 20 metros, y que apoyan en su otro extremo en los contrafuertes pétreos dispuestos en todo el borde del depósito. Cada nervadura tiene un ancho de 60 cm, de tal manera que el total del ancho de los 48 nervios coincide prácticamente con la longitud del perímetro exterior del anillo resistente. De esta manera, la superficie tórica, en casi su 50%, está formada por el ancho de los 48 nervios, y los espacios triangulares que quedan entre ellos, se cubren con pequeños plementos, ejecutados como finas losas de hormigón armado, cuyo lado mayor alcanza tan solo 2,60 metros. Esta específica geometría y configuración constructiva generan una cubierta fuertemente nervada, de sencillo proceso de construcción y cálculo estructural. En efecto, tal y como explicó Sanchez del Río, dotó a los nervios de la forma geométrica del antifunicular de su carga, una parábola cúbica que resolvió utilizando métodos gráficos. Por otra parte, tal y como fue habitual en el proceso de diseño



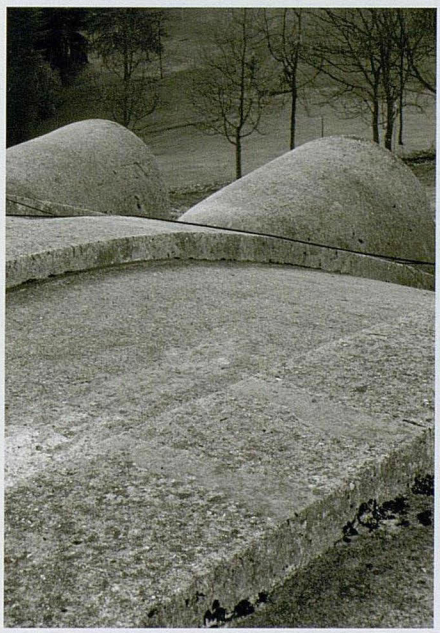
FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

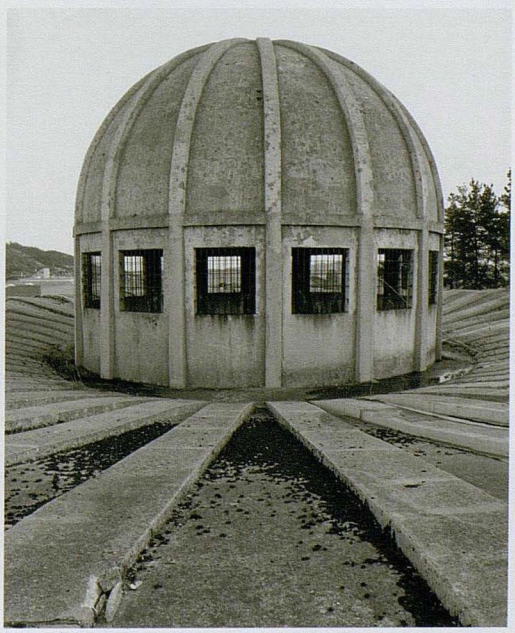


FIGURA 14. IV DEPÓSITO DE AGUAS DE OVIEDO EN LA ACTUALIDAD

de sus cubiertas, Sánchez del Río realizó un ensayo físico sobre modelo reducido de un arco a tamaño 1/4, para comprobar su funcionamiento estructural. Este ensayo no solo le sirvió para comprobar el caso específico de los arcos de la cubierta de Oviedo, sino que, a la vista de los resultados, pudo extrapolar sus planteamientos teóricos a otros muchos depósitos que construyó con este mismo sistema estructural y menores luces de vano libre.

Cada una de las 48 nervaduras en arco cuenta con un espesor de 15 cm en su clave y 20 cm en sus arranques, incrementándose considerablemente el espesor en el arranque del contrafuerte pétreo, donde adquiere una sección prismática, que se ejecuta con su cara extrema inclinada, de manera que resulte perpendicular a la dirección de la resultante. Los arcos se articularon en su clave, y las losas de hormigón armado que cubren los espacios existentes entre las nervaduras, se realizaron colgadas de éstas, apareciendo así el canto de las nervaduras en el extradós de la superficie de la cubierta y no en el intradós, cuya continuidad espacial permitía la racionalización de la ejecución de la cubierta, mediante la utilización de un encofrado continuo. El borde del depósito queda definido por la secuencia continua de los contrafuertes pétreos, que sobresalen del perímetro del vaso del depósito propiamente dicho, que es coronado por unas viseras de hormigón armado a modo de lunetos cilíndricos que cubren las pequeñas ventanas de iluminación natural y ventilación. Un elemento de borde que cada vez cobraría mayor importancia en la composición formal y estructural de sus cubiertas [ FIGS. 14 y 16 ].







FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

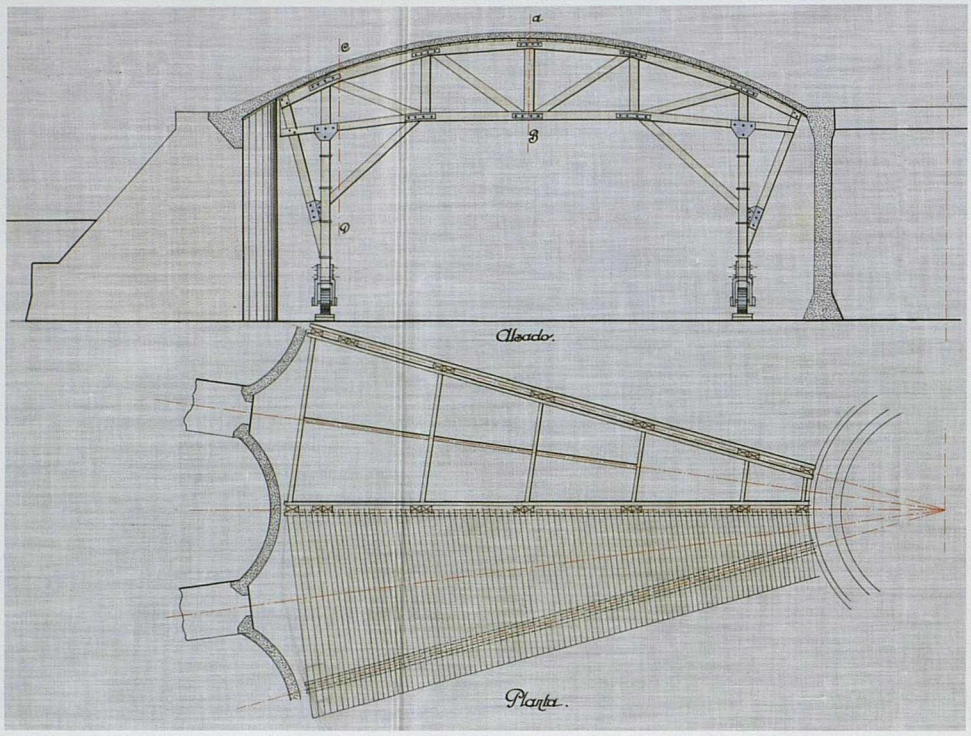



FIGURA 15. CIMBRA GIRATORIA. DEPÓSITO DE AGUA PARA POLA DE SIERO, 1928

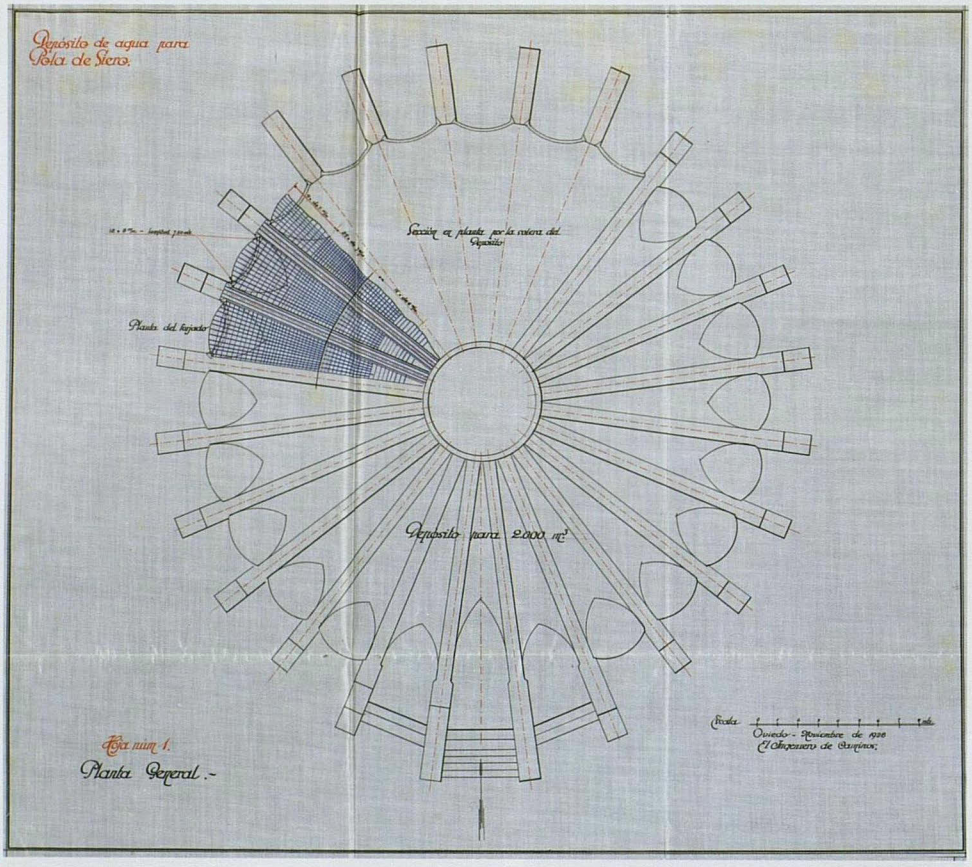



FIGURA 17. PLANTA GENERAL. DEPÓSITO DE AGUA PARA POLA DE SIERO, 1923

El esqueleto estructural del conjunto de la cubierta se percibe desde el exterior de manera rotunda y clara, no solo por la secuencia circular de sus potentes contrafuertes pétreos, sino también a través de la manifiesta presencia de las nervaduras de canto invertido, con las que también se ejecutó la pequeña cubierta cupular de hormigón armado de la cámara de llaves posicionada en su centro.

Una ingeniosa cubierta de 20 metros de luz de vano libre, dimensionada fundamentalmente, frente al equilibrio de las fuerzas actuantes, y ejecutada, a la manera medieval, mediante la construcción secuencial de dos sectores opuestos para garantizar la estabilidad del conjunto durante su construcción, sin necesidad de apuntalamientos. Para ello, Sánchez del Río diseñó una cimbra giratoria alrededor de la cámara de llaves, sistema que utilizó para la construcción de diferentes depósitos, como el de Pola de Siero [ FIG. 15 ]. En la construcción de estos depósitos se utilizaron dos cimbras móviles, colocadas en todo momento de forma diametralmente opuestas. El conjunto de ambas cimbras cubría una superficie de un doceavo del total de la cubierta, razón por la cual se concluyó su construcción en doce secuencias [ FIG. 17 ].

Las potentes características estables y autoportantes de los elementos de este esqueleto estructural de cubierta permitieron que permaneciera en pie tras los impactos recibidos durante los bombardeos de la Guerra Civil española (1936-1939), que perforaron un gran número de sus elementos triangulares de hormigón



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 16. INTERIOR DEL IV DEPÓSITO DE AGUAS DE OVIEDO EN LA ACTUALIDAD

armado, mientras que sus 48 nervaduras se mantuvieron prácticamente intactas. En cualquier caso, si algunas de las nervaduras hubieran sufrido también perforaciones graves, no se hubiera podido producir el colapso total de la cubierta, ya que para ello hubiera sido necesario destruir todas y cada una de las nervaduras, pues al ser autoportantes y de gran rigidez, no se hubieran visto afectadas por el desplome de sus adyacentes, pudiendo colapsar tan solo los plementos triangulares ejecutados entre ambas.

Similar comportamiento estable tuvieron las bóvedas de crucería de algunas de las catedrales góticas, que, como la de Chartres, sufrieron perforaciones en sus plementos pétreos durante los bombardeos de la Segunda Guerra Mundial, y que por estar apoyadas sobre nervaduras diagonales, se mantuvieron en pie. Aunque una de las mayores diferencias entre el comportamiento estable de estas míticas bóvedas y las cubiertas nervadas de los depósitos de Sánchez del Río, es el hecho de que, además, gran parte de las bóvedas góticas, al contrario que las cubiertas nervadas de los depósitos de Sánchez del Río, pueden perder todas sus nervaduras y no colapsar, siempre que sus plementos no hayan sido dañados directamente. La razón es que muchas de estas bóvedas cuentan con continuidad material y suficiente espesor para ser autoportantes, sirviendo las nervaduras de arriostramiento permanente frente a las deformaciones que a lo largo de los siglos sufren estas bóvedas por los asentamientos de sus elementos de contrarresto, o la aparición de fuerzas dinámicas, que, como el sismo, demandan mayores arriostramientos, así como la introducción de otros específicos elementos en sus esqueletos estructurales[17]. Por el contrario, en este tipo de cubiertas de Sánchez del Río, las nervaduras son realmente los elementos fundamentales del esqueleto estructural, con la singular característica de que son autoportantes, y por ello independientes de los demás en cuanto a su estabilidad se refiere.

La mayor parte de las cubiertas de los depósitos de agua que proyectó Sánchez del Río fueron diseñadas con el mismo tipo de esqueleto estructural que el IV Depósito de Oviedo, que fue ampliamente alabado por su maestro Eugenio Ribera[18]. Generalmente los desarrolló sobre plantas circulares y geometrías espaciales tóricas, como en el caso de los depósitos de aguas de Trubia (1930), Turón (1930), Pola de Siero (1931), Lugones (1943); construyendo también algunos de plantas semicirculares como el de Mieres (1930). A través de la construcción de todos estos posteriores depósitos, Sánchez del Río fue perfeccionando su sistema estructural de cubierta tipo para depósitos, llegando a proyectar dos grandes depósitos que no fueron construidos, uno para Madrid y otro para Sevilla.

Unos de los primeros cambios que realizó en las cubiertas de sus depósitos fue la introducción de juntas de dilatación, dado que el IV Depósito de Aguas de Oviedo se fisuró mediante grietas radiales



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 18. DETALLE DE LA CÁMARA DE LLAVES EN LA ACTUALIDAD. DEPÓSITO DE AGUA DE POLA DE SIERO

cada 20 metros, por haber sido ejecutado sin ellas. En efecto, pese a que el Depósito de Agua de Pola de Siero (1928-1931) era de menor tamaño, contando con una capacidad de 2.000 $m^3$, frente a los 10.000 $m^3$ del de Oviedo, lo construyó disponiendo juntas a tope entre los arcos independientes y sobre un mismo contrafuerte, rellenando de asfalto la separación. Otros de los cambios que a lo largo de los años introdujo en este tipo de cubiertas fue la ejecución de sus plementos triangulares mediante forjados aligerados con piezas cerámicas, en lugar de pequeñas losas de hormigón armado, como en el caso de los depósitos de Trubia y Lugones. En cuanto a las cubiertas de las cámaras de llaves, en lugar de la solución de cúpula semiesférica del IV Depósito de Aguas de Oviedo, utilizó cubiertas planas, que fueron construidas con losas de hormigón armado o con forjados unidireccionales de viguetas de hormigón armado y entrevigado cerámico [ FIG. 18].

En 1930, Ildefonso Sánchez del Río proyectó con este mismo sistema estructural el IV Depósito de Aguas de Madrid[19], presentándolo al concurso convocado por el Canal de Isabel II, aunque no fue adjudicatario del mismo. De haberse construido este depósito, hubiera sido el de mayor tamaño proyectado por Sánchez del Río con este sistema y geometría tórica.

La volumetría del depósito se genera mediante la macla espacial de dos depósitos de planta circular de 150 metros de diámetro interior, que, siguiendo el tipo estructural y constructivo diseñado por Sánchez del Río, se cortan mediante un plano vertical común que sirve de unión entre ambos, donde se establece el encuentro de 20 nervaduras radiales de cada uno de los dos depósitos, 6 de las cuales arrancan de la cámara de llaves común situada en posición central respecto de ambos depósitos yuxtapuestos, resultando una planta en forma de ocho [ FIG. 19 ].

En este caso, debido a su tamaño (150 m de diámetro), Sánchez del Río establece un apoyo intermedio, de tal manera que la cubierta está formada por tres familias de nervaduras radiales en arco, de luces de vano (partiendo desde los contrafuertes exteriores) de 27 y 33 metros, más 30 metros de la cúpula central (15 m de radio). Resultando que el arco de mayor tamaño supera en 13 metros al de 20 metros de luz construido en el IV Depósito de Oviedo un año antes, y que dimensiona con tan solo 5 cm más de espesor en su clave respecto de este, contando con 20 cm de espesor. Por otra parte, los tamaños y geometría de los arcos proyectados para el IV Depósito de Madrid fueron diseñados por Sánchez del Río de tal manera que los empujes resultantes en los apoyos intermedios resultaran sensiblemente iguales y posicionados en el mismo punto, para que pudieran equilibrarse, optimizando así la demanda de contrarrestos, al igual que hicieran los maestros medievales en algunas de sus catedrales que cuentan con naves posicionadas a una misma altura, que cubren luces de vano sensiblemente iguales, como es el caso de la Iglesia de Santa María del Mar de Barcelona. Por esta razón, las nervaduras radiales en arco que arrancan de los estribos exteriores (15 m de luz), en lugar de posicionarse en su coronación, como en el resto de todos los depósitos que anteriormente había construido Sánchez del Río, se posicionan en puntos mucho más bajos, cercanos a la base del contrafuerte, mientras que el otro extremo del arco se posiciona en la coronación del apoyo intermedio, a la misma altura que el arranque del siguiente arco de luz, 27 metros [ FIG. 20 ]. De esta manera, la secuencia espacial de las tres familias de nervaduras radiales en arco queda patente a través de sus tres diferentes formas geométricas, que responden a una óptima respuesta estable de su conjunto, que en cada



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

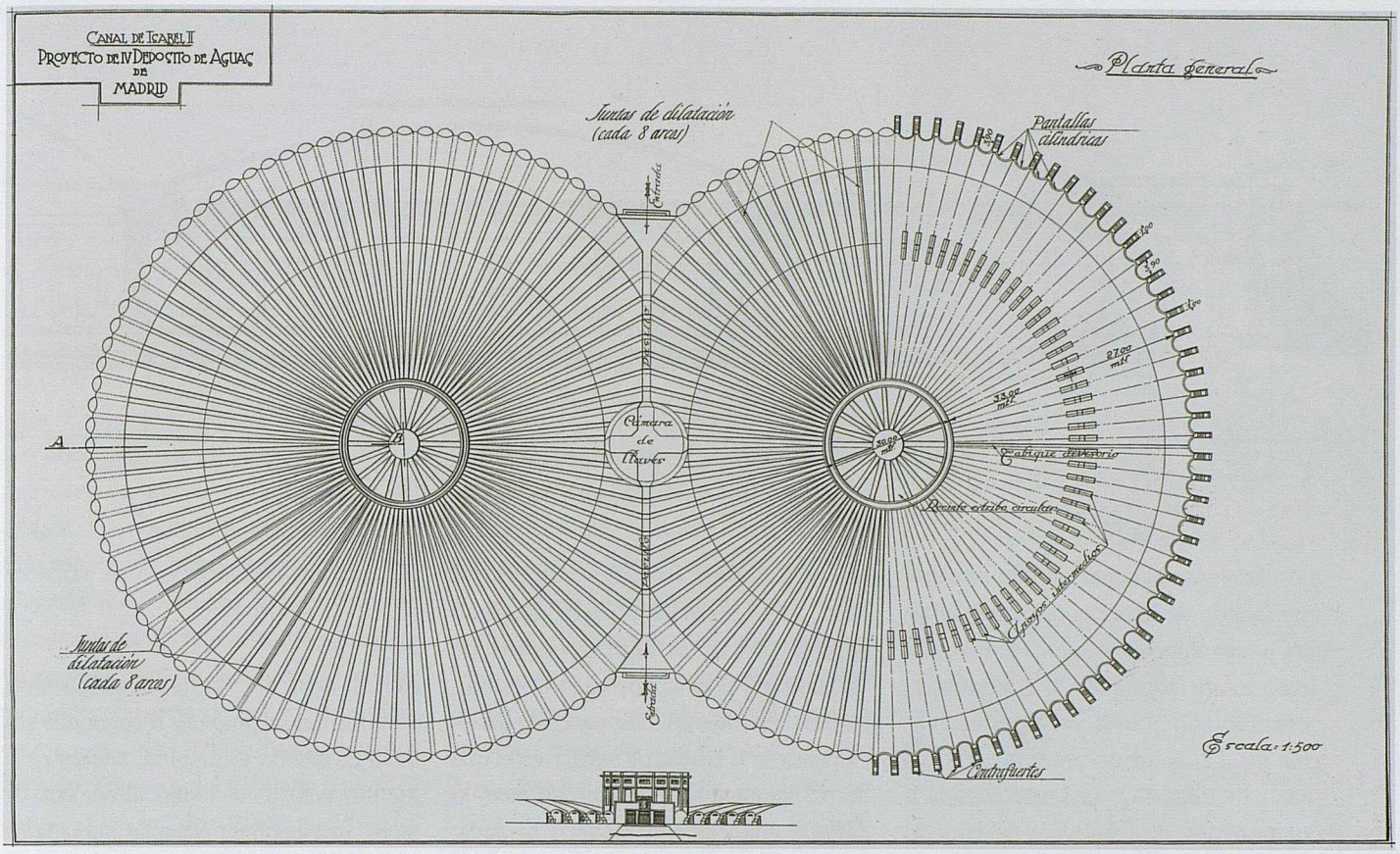



FIGURA 19. PLANTA DEL PROYECTO DEL IV DEPÓSITO DE AGUAS DE MADRID, 1930

apoyo equilibra la componente horizontal de sus resultantes. Un ingenioso diseño de formas geométricas que demuestra la habilidad proyectual de Sánchez del Río, que supo conciliar en sus cubiertas espaciales nervadas la estabilidad de las formas, con las ventajas que ofrecía el hormigón armado como material formáceo y adecuo-resistente.

El resto del esqueleto estructural de la cubierta, así como el sistema de construcción proyectado para este depósito, responden a las mismas características generales del "tipo de depósito circular nervado" diseñado y construido previamente por Sánchez del Río en diferentes tamaños y localidades asturianas.

La cubierta de cada uno de los dos depósitos circulares, que yuxtapuestos forman el IV Depósito de Aguas proyectado para Madrid, se genera con tres familias de 96 nervaduras radiales, que adoptan, en su sección media, la directriz del funicular de las cargas. Tal y como Sánchez del Río explicó, la cubierta fue proyectada teniendo en cuenta una sobrecarga de 30 centímetros de tierra. El anillo circular del recinto central de cada uno de los dos depósitos yuxtapuestos cuenta con un diámetro interior de 26 metros, porque está dimensionado para albergar el arranque de las 96 nervaduras en arco, que se ejecutan mediante empotramiento en el anillo resistente de hormigón armado situado en su coronación. Este elemento central se constituye en pieza de contrarresto interno, y está cubierto por una cúpula esférica de 20 centímetros de espesor, estableciéndose el contrarresto exterior mediante la secuencia continua de contrafuertes pétreos de gran masa, de un metro de ancho, distanciados entre sí con un intereje de 4,908 metros. Las nervaduras son de canto invertido, al igual que en todos los depósitos circulares de Sánchez del Río, y los plementos triangulares se proyectaron, como en el IV Depósito de Oviedo, para ser ejecutados mediante losas de hormigón armado de 8 cm de espesor, colgadas de dichas nervaduras, de tal manera que el intradós de la cubierta sea continuo y permita así la utilización de las cimbras móviles diseñadas y utilizadas previamente por Sánchez del Río. Un aspecto diferente al resto de los depósitos de Sánchez del Río que responden a este tipo, es la manera de rematar la cubierta en su borde, ya que las nervaduras en arco, tal y como ya se ha mencionado, acometen en los contrafuertes a una cota muy inferior a la coronación de los mis-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

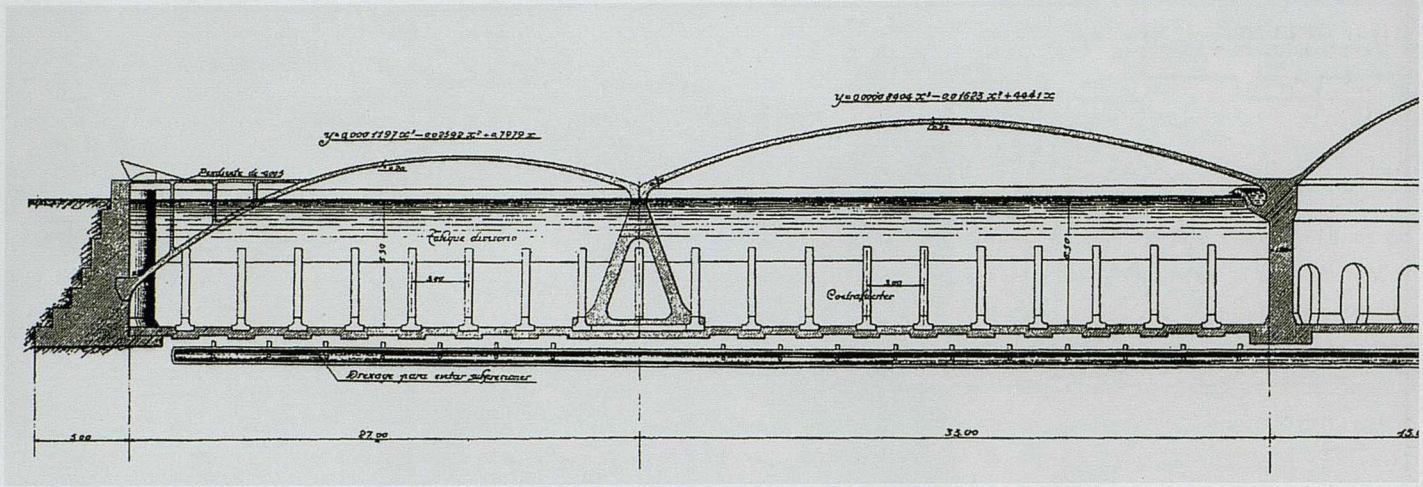



FIGURA 20. SECCIÓN DEL PROYECTO DEL IV DEPÓSITO DE AGUAS DE MADRID, 1930

mos. Ildefonso Sánchez del Río resuelve este forjado de borde apoyándolo sobre tres pequeños pilares que arrancan del arco, distanciados entre sí 2,00 metros, contando con alturas variables en función de la directriz del arco [FIG. 20]. Las juntas de dilatación se situaron cada 8 contrafuertes, que, en lugar de 1 metro de anchura, cuentan con 1,25 metros, dado que sobre ellos acometen dobles nervaduras en arco de 60 cm cada una. Las juntas de 2 cm de espesor, realizadas entre ambos arcos, se previó rellenarlas con una mezcla de asfalto y betún, al igual que en el Depósito de Agua de Pola de Siero.

Las mayores diferencias entre la cubierta de este depósito y las del resto de los construidos por Sánchez del Río con este tipo estructural, son las generadas en el plano vertical de yuxtaposición de la macla espacial de las dos cubiertas tóricas. En este plano de unión se sitúa un pasillo longitudinal que recorre el conjunto de los dos depósitos uniendo dos accesos opuestos, en cuyo centro se situó la cámara de llaves común a ambos depósitos, en una de las alternativas presentadas por Sánchez del Río, así como los muros de hormigón armado en cuya coronación se empotran las nervaduras intersecadas de ambos depósitos. Dos años después, en 1932, Sánchez del Río proyectó otro gran depósito de aguas con capacidad de 100.000 $m^3$, para la Sociedad Construcciones y Pavimentos, destinado al abastecimiento de la ciudad de Sevilla, en el que utilizó también su ya conocido modelo circular con cubierta espacial nervada, pero al igual que en el caso del depósito de Madrid, tampoco fue construido.

En cualquier caso, aunque no llegó a construir estos dos grandes depósitos, que de alguna manera hubieran representado la culminación de las posibilidades de aplicación de su "tipo de depósito circular con cubierta nervada", Ildefonso Sánchez del Río aportó un innovador tipo estructural y constructivo al contexto internacional de las cubiertas espaciales de hormigón armado, haciendo partícipe a los depósitos de aguas de la evolución de las cubiertas ejecutadas con este material en los inicios de la Arquitectura Moderna. No hay que olvidar que durante la década de los años 20 los depósitos de agua fueron cubiertos, en general, por sencillas cubiertas planas, y que, en España, fue precisamente Sánchez del Río quien proyectó y construyó las primeras cubiertas espaciales para estos espacios habitados por el agua.

## LA CUBIERTA DEL MERCADO DE POLA DE SIERO [1929-1930]

Al final de la década de los años veinte, y utilizando su propio y reconocible sistema de diseño estructural, Sánchez del Río proyectó, para el Mercado de Pola de Siero, una cubierta espacial nervada de hormigón armado, que adopta una forma geométrica similar a las bóvedas nervadas de crucería góticas. La utilización del hormigón armado permitió a Sánchez del Río legarnos esta ingeniosa bóveda de crucería, que cubre una superficie triangular de 3.000 $m^2$ sin apoyos intermedios, demostrando las oportunidades que este nuevo material ofrecía para cubrir grandes espacios.

En efecto, Sánchez del Río nos aporta una clara explicación[20], a través de la cual pone de manifiesto las razones, estructurales, constructivas y arquitectónicas, que le llevaron a proyectar una cubierta espacial de hormigón armado, en lugar de una cubierta plana sobre pórticos, así como el proceso analítico seguido para determinar su geometría y puntos de apoyo. Por una parte, la forma triangular de la planta y el uso de su espacio, que estaba destinado a un mercado, no le permitían acortar la luz libre de vano como había hecho en sus

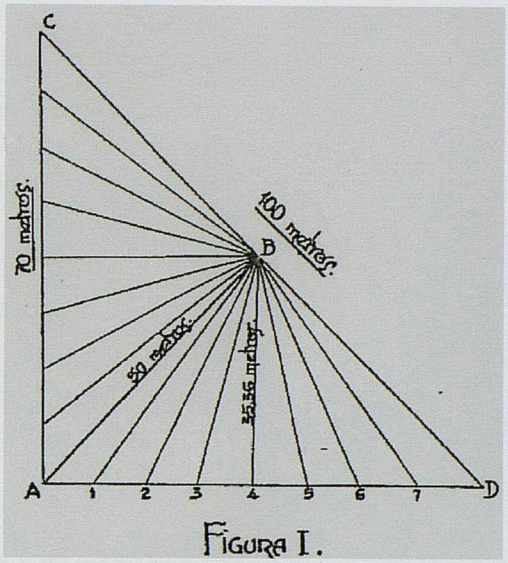


FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

depósitos tipo, incluyendo en el centro un elemento resistente, que, como la cámara de llaves, formaba parte del programa del edificio. En consecuencia, como su deseo era no incluir apoyos intermedios y dejar libre su superficie interior, todos los apoyos deberían estar situados en los lados del triángulo que serían las fachadas del edifico. Pero debido al gran tamaño del triángulo, cuya hipotenusa alcanza una longitud de 100 metros, y sus catetos de 70 metros, resulta que la luz de vano libre de los pórticos alcanzaría hasta 50 metros, con independencia de que los dispusiera de manera radial (Figura I) o paralelos a los lados menores del triángulo (Figura II) [ FIG. 21 ] Una luz demasiado grande para ser ejecutada con pórticos de hormigón armado, que le hizo pensar en proyectar una cubierta espacial. Lo que no explica Sánchez del Río son las razones que le llevaron a generar la específica geometría que finalmente eligió para construir la que, sin duda, fue su más original cubierta de hormigón armado.

La cubierta del Mercado de Pola de Siero se levanta sobre una planta que tiene la forma de un triángulo rectángulo isósceles, situándose su fachada principal en la hipotenusa, que cuenta con una longitud total de 100 metros, y su volumetría se genera mediante la intersección de dos cañones cilíndricos parabólicos perpendiculares entre sí, con sus generatrices rectas paralelas, en cada caso, a uno de los dos catetos del triángulo. Una generación espacial muy similar a la de las bóvedas de crucería pétrea construidas por los maestros medievales en las catedrales góticas. Pero es precisamente en la diferente, aunque similar, generación de esta cubierta de crucería de hormigón armado, donde radica el ingenio de su diseño.

Si Sánchez del Río hubiera imitado fielmente la generación espacial de las bóvedas de crucería gótica, y la posición de sus apoyos, que se sitúan únicamente en los cuatro vértices de su planta, hubiera tenido que construir dos cañones de directriz curva que salvarían luces de vanos libres de 70 metros, algo que en 1929 nadie había construido todavía, pese a que más tarde no solo fue posible, sino ampliamente superado por la cubierta laminar del CNIT de París (1958), desarrollada también sobre planta triangular (triángulo isósceles), contando tan solo con tres apoyos situados en sus vértices, y salvando una luz de vano libre de 280 metros. Seguramente por esta razón –el tamaño–, Sánchez del Río, en lugar de generar la geometría espacial de igual manera que lo hicieron los maestros medievales, mediante el cruce de cuatro cañones perpendiculares, de tal manera que los bordes de la bóveda son siempre arcos (fajones RS y TV, y formeros RT y SV), giró los cañones para que sus bordes (lados menores del triángulo) fueran generatrices rectas en lugar de arcos (AB y AC) [ FIG. 22 ]. Esta fue la clave que le permitió cubrir una planta de 3.000 m² sin apoyos intermedios, evitando la aparición de grandes arcos en sus tres fachadas, hecho que además contribuyó a la simplificación de la construcción de la cubierta, así como a diferenciar y marcar la existencia de una fachada principal, que es en la única en la que aparecen dos grandes arcos (BO y OC).



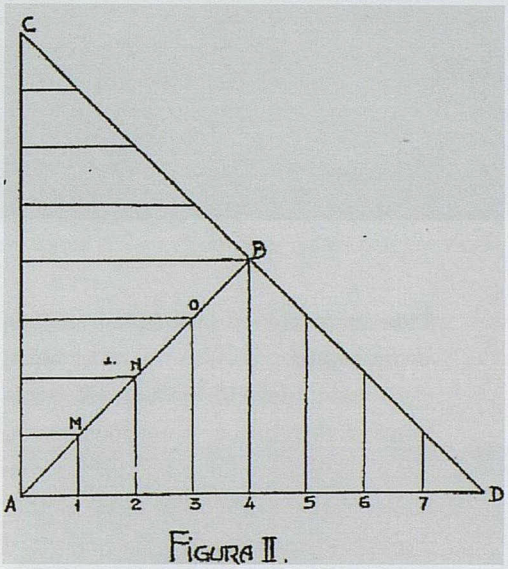




FIGURA 21. DIBUJOS DE SÁNCHEZ DEL RÍO PARA LA CUBIERTA DEL MERCADO DE POLA DE SIERO

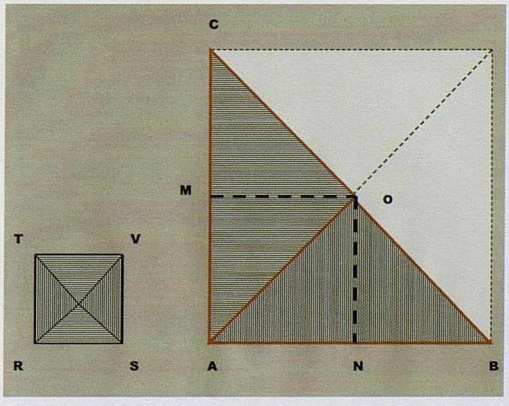



FIGURA 22. BÓVEDAS DE CRUCERÍA: GÓTICA - MERCADO DE POLA DE SIERO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 23. INTERIOR DEL MERCADO DE POLA DE SIERO, 1929-1930

Estos arcos cubren la longitud total de dicha fachada que alcanza 100 metros, pero están apoyados en una secuencia continua de pilares de hormigón armado, separados entre sí unos 3,20 metros, que es también el módulo utilizado por Sánchez del Río para nervar la superficie total de la cubierta. Su altura es variable según la directriz del arco, siendo hábilmente disminuida, frente a posibles pandeos, mediante la introducción de una viga situada a la cota de 3,00 metros desde el suelo [ FIGS. 23 y 24 ]. Sánchez del Río diseñó el esqueleto estructural de la cubierta del mercado siguiendo su habitual proceso de subdivisión de la superficie en una secuencia continua de nervaduras en arco de canto invertido, ejecutando los espacios entre estas mediante losas de hormigón armado colgadas, de tal manera que el intradós de la cubierta espacial resulta liso, y las nervaduras se manifiestan en el extradós. En base a la generación espacial de la cubierta, anteriormente referida, las nervaduras en arco discurren en la dirección ON en el cañón generado en la fachada AB, mientras que en el generado en la fachada AC, discurren de manera perpendicular, siguiendo la dirección MO. El esqueleto estructural de la cubierta es, en sí mismo, el esqueleto estructural de todo el edificio. Uno de los primeros precedentes de la Arquitectura Moderna, en los que la cubierta se apodera de la totalidad del espacio, que ya no es solo cubierto, sino también contenido [ FIGS. 23 y 24 ] al igual que en la cubierta de la gran Sala del Siglo construida por Max Berg en 1913, o en los Hangares de Orly proyectados por Freyssinet en 1923. Un aspecto que a partir de la década de los años treinta presidió el posterior diseño de las cubiertas de hormigón armado, que en manos de algunos de sus más relevantes protagonistas, entre ellos Nicolas Esquillan, Pier Luigi Nervi, Félix Candela y Heinz Isler, se convirtieron en esbeltas estructuras laminares, que, a modo de gigantescas esculturas habitables, se identificaron como hitos del paisaje urbano.

Uno de los problemas del diseño de esta cubierta era garantizar su estabilidad con un adecuado sistema de absorción de los empujes generados. En efecto, los empujes de las nervaduras en arco de los cañones AB y AC, correspondientes respectivamente a las zonas AN y AM, debido a su simetría, están equilibrados en el arco diagonal de intersección AO, y a nivel de suelo por el forjado, pero las nervaduras en arco comprendidas entre NB y MC apoyan respectivamente en los arcos de fachada principal, BO y CO, no existiendo en este caso la total y equilibrante simetría utilizada por los maestros medievales en la construcción de sus bóvedas pétreas de crucería, que se levantaron sobre plantas rectangulares o



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 24 A. INTERIOR DEL MERCADO DE POLA DE SIERO, 1929-1930

cuadradas, dirigiendo los empujes resultantes a sus cuatro vértices. Sánchez del Río desechó la posibilidad de utilizar gruesos contrafuertes, que posicionados en las fachadas principales, al igual que hicieron los maestros medievales, y él mismo en sus depósitos de agua, hubiera sido una solución estructuralmente válida, pero que sin duda hubiera mutilado la concepción "moderna" de la arquitectura del mercado.

Sánchez del Río resolvió el problema descomponiendo el empuje resultante de cada una de dichas nervaduras comprendidas entre NB y MC en dos componentes, una en la dirección de la fachada principal BOC, que fácilmente podía ser trasladada al punto O, donde por simetría se anulan en su conjunto, y en otra componente en la dirección perpendicular, en cada caso, a la dirección de las nervaduras ubicadas en las zonas NB y MC, que por coincidir con las direcciones de las generatrices rectas de los cañones podían ser transmitidas al arco de intersección entre ambos cañones, a través de tirantes ocultos en la masa del hormigón. Esta es la solución que finalmente adoptó Sánchez del Río, dándole al arco de intersección la sección adecuada al funicular de las cargas, para lo cual construyó un arco doble de sección variable, que le permitió obviar el cambio de geometría del arco simple de intersección, hecho que le hubiera llevado a un cambio radical en la volumetría de la cubierta. Una ingeniosa solución, basada en el amplio conocimiento estable, que Sánchez del Río desarrolló a demanda de su interés por capacitarse para construir grandes cubiertas de hormigón armado, obviando, tal y como él manifestó[21], la aplicación de complejos cálculos alejados de la sencillez de la aplicación de la estática gráfica, que, además, en la década de los años veinte todavía no habían sido ampliamente difundidos ni desarrollados.

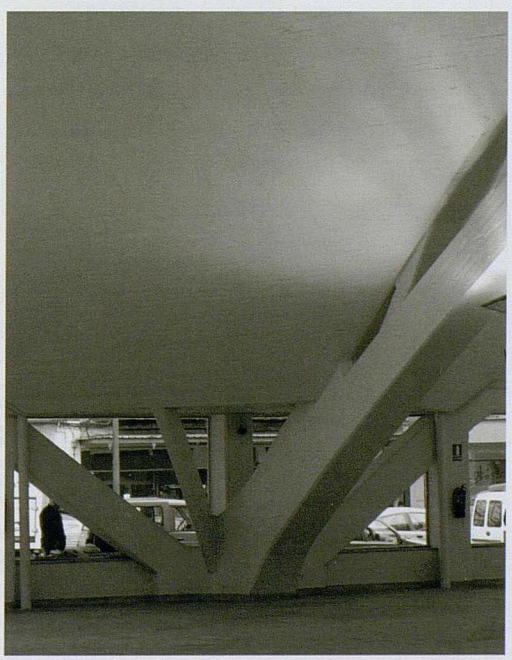


FIGURA 24 B. DETALLE INTERIOR DEL MERCADO DE POLA DE SIERO EN LA ACTUALIDAD



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

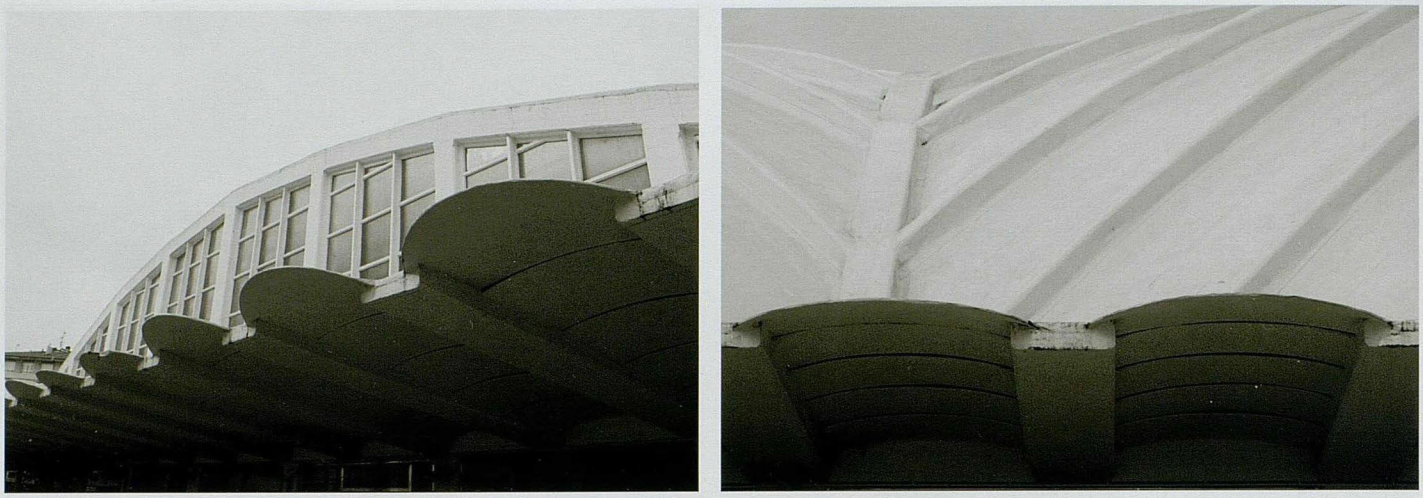


FIGURA 26. DETALLES DE LA MARQUESINA DEL MERCADO DE POLA DE SIERO

Este original arco de sección variable, ejecutado en hormigón armado, salva una luz de vano de 50 metros y está articulado en dos puntos: en uno de sus arranques de la cimentación, y a una altura de 10,00 metros desde la cota del suelo, punto a partir del cual el arco se convierte en un arco doble de celosía de curiosas características, ya que su rama superior sigue el trazado que da continuidad geométrica a la intersección de los dos cañones generadores de la cubierta, y su rama inferior adopta el trazado del funicular de las cargas, que son transmitidas mediante las tornapuntas de unión entre ambos [ FIG. 25 ]. Con la construcción de este arco de hormigón armado, Sánchez del Río superó su propio récord de tamaño, pasando de los arcos del IV Depósito de Aguas de Oviedo, cuya luz libre era de 20 metros, a los 50 metros del arco de la cubierta del Mercado de Pola de Siero. Un hecho altamente destacable en el contexto internacional de finales de la década de los años veinte, en la que fueron escasas las cubiertas de hormigón armado que salvaran luces de vano de esta magnitud. Otro de los elementos fundamentales de la cubierta, que completa la imagen escenográfica en el entorno urbano circundante, es la marquesina que aparece en todas las fachadas del mercado. Se trata de un elemento que Sánchez del Río utilizó como elemento compositivo de borde en la mayor parte de su obra. Aunque de diferente tamaño y configuración estructural y constructiva, aparecen en el borde de sus depósitos, a modo de viseras ubicadas entre los contrafuertes, también son las que generan la cubierta de la gran marquesina volada del desaparecido Estadio de Buenavista de Oviedo, e incluso aparecen en el borde de su gran obra, la muy posterior cubierta del Palacio de Deportes de Oviedo (1961-1975).

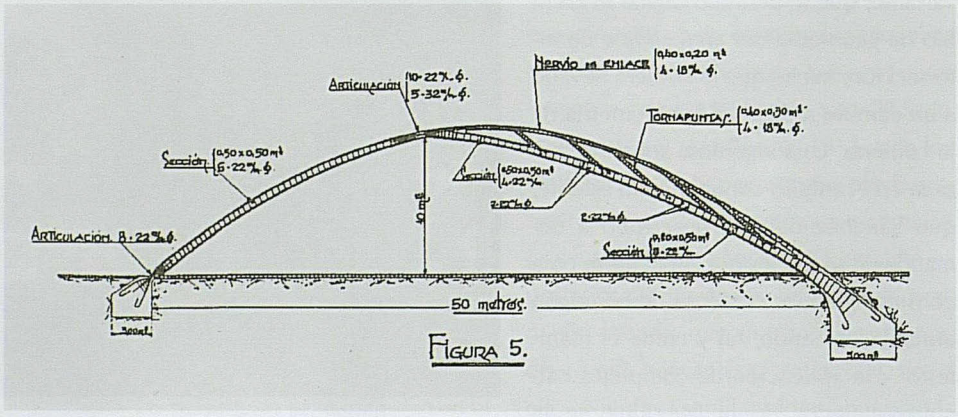



FIGURA 25. ARCO CENTRAL DEL MERCADO DE POLA DE SIERO

La marquesina del Mercado de Pola de Siero cuenta con un vuelo de 6,00 metros, y siguiendo la misma modulación que el resto de la cubierta, está formada por una secuencia continua de nervaduras prismáticas de sección variable, ejecutadas en hormigón armado como todo el esqueleto de la estructura de cubierta. Sobre estas vigas, al igual que en sus cubiertas tipo "paraguas", se apoyan piezas ligeras curvas de uralita [ FIG. 26 ], mientras que entre las nervaduras en arco del resto de la cubierta se tienden plementos de hormigón armado ejecutados *in situ*.

La estructura de la marquesina está formada por un pórtico en voladizo, que hábilmente está integrado en la estructura portante del conjunto de la cubierta, a través de un pilar de sección rectangular que se posiciona en la misma sección de arranque de las nervaduras en arco de la cubierta, que nacen a nivel de suelo,



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

transmitiendo así un incremento de carga vertical en dicho punto. Esta posición de los pilares de la marquesina permiten el anclaje de la parte posterior de sus vigas a las nervaduras en arco a la cota de tres metros de altura desde su arranque, que no solo refuerzan formalmente la visión modulada del esqueleto estructural, exterior e interiormente, sino que además favorecen la estabilidad de los arcos, acortando su luz frente a posibles pandeos [ FIG. 27 ]. Ese mismo año, Eugène Freyssinet estaba construyendo en París el Hall de la compañía Paris-Orléans Railway, una gran cubierta cilíndrica de 300 metros de longitud, a la que también dotó de una marquesina de borde continua, aunque en este caso estaba colgada de la cabeza de los contrafuertes y pretensada [ FIG. 28 ]. Se trata de una de las primeras obras realizadas por Freyssinet tras haber registrado en París (1928) su primera patente de hormigón pretensado.

Por otra parte, al igual que en el resto de sus obras, Sánchez del Río mostró una especial preocupación por racionalizar el proceso de construcción de esta singular cubierta, y aplicando su anterior experiencia en la utilización de cimbras móviles, adaptó este sistema a la especial geometría del esqueleto estructural de la cubierta del Mercado de Pola de Siero.

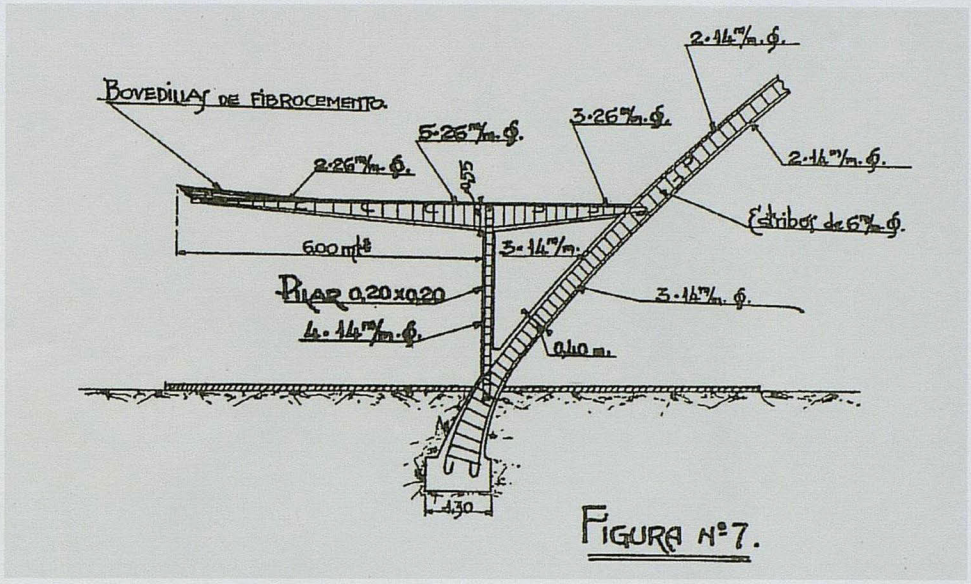



FIGURA 27. DETALLE DEL ENCUENTRO MARQUESINA Y NERVADURA EN ARCO DEL MERCADO DE POLA DE SIERO

La mayor relevancia de esta cubierta no fue únicamente su indudable aportación a la temprana e incipiente Arquitectura Moderna española de finales de la década de los años veinte, sino que, en el contexto internacional de la pionera construcción de grandes cubiertas de hormigón armado, ocupó un destacado lugar por la original concepción espacial de su esqueleto estructural y tamaño. En efecto, fue a finales de la década de los años veinte cuando se construyeron, a nivel internacional, tres mercados con grandes cubiertas de hormigón armado, que marcaron un hito en el incipiente desarrollo de las *Thin Concrete Shells*. El primero de ellos fue el Gran Mercado de Francfort (1926-1927), cubierto por láminas cilíndricas, que fue proyectado por el arquitecto Martin Elsässer y los ingenieros Franz Dischinger y Ulrich Finsterwalder; el segundo fue el Mercado de Leipzig (1927-1929), con una cubierta laminar de geometría cupular, que contaba con un diámetro de 32 metros, que fue proyectada por el arquitecto Hubert Ritter y los ingenieros Franz Dischinger y Hubert Rüsch, ingenieros también de la empresa alemana Dyckerhoff and Widman; y el tercero fue el Mercado de Basilea (1929), proyectado por el arquitecto Hans E. Ryhiner y los ingenieros Franz Dischinger y Alfred A. Göenner [ FIG. 29 ], con una cubierta cupular octogonal de 60 metros de diámetro y tan solo 8 cm de espesor de hormigón armado. Aunque el Mercado de Basilea no solo superó en 10

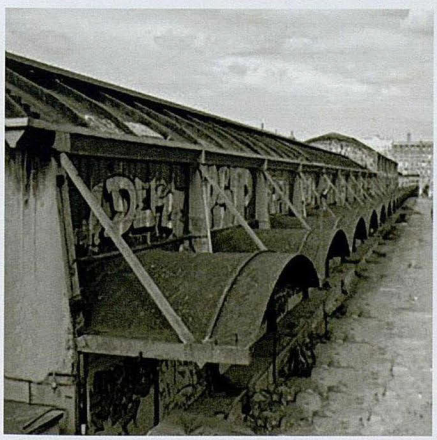


FIGURA 28. HALL DE LA PARIS-ORLÉANS RAILWAY. EUGÈNE FREYSSINET, 1929

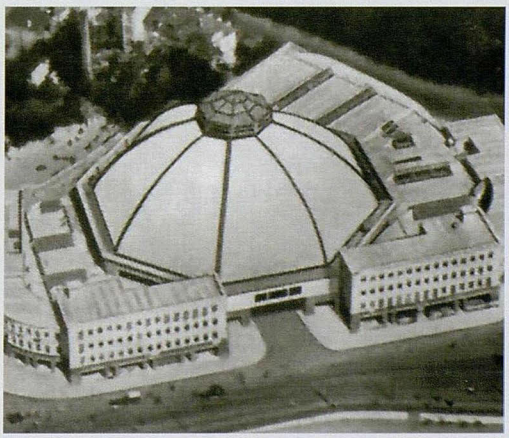


FIGURA 29. MERCADO DE BASILEA, 1929. HANS E. RYHINER, FRANZ DISCHINGER Y ALFRED A. GÖENNER



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 30. VISTA EXTERIOR DEL MERCADO DE POLA DE SIERO. FOTOGRAFÍA DE CARMEN FERNÁNDEZ CUESTA

metros la luz de vano libre alcanzada por Sánchez del Río en el Mercado de Pola de Siero, sino que además se trataba de uno de los primeros hitos de la conquista técnica de las estructuras laminares ejecutadas con hormigón armado, la cubierta proyectada y construida por Sánchez del Río ese mismo año representaba también una innovadora hazaña en la historia de la evolución y desarrollo de las aplicaciones técnicas de este material, y sin duda una concepción formal mucho más innovadora y moderna, generada con una nueva concepción geométrica [ FIG. 30 ].

En la década de los años treinta, gran parte de los protagonistas del desarrollo del hormigón armado y/o pretensado, y de las *Thin Concrete Shells*, construyeron algunas de sus más importantes estructuras laminares[22] [ FIG. 31 ]. Las experiencias y aportaciones se superponían en una vertiginosa "aventura" vivida en casi todos los países con igual celo[23], buscando nuevas formas resistentes y nuevos procesos de construcción que las hicieran posibles, competitivas y bellas: Robert Maillart (1872-1940) creó una nueva estética estructural en los puentes de hormigón armado, construyéndolos con láminas de pequeños espesores que parecen flotar en el paisaje siguiendo geometrías puras, limpias, desnudas, casi inmateriales, que respondían a las nuevas tendencias de la Arquitectura Moderna, como el Salginatobel Bridge en Schiers (1930)[24]. En 1938-1939 construyó la esbelta lámina de hormigón armado del Pabellón del Cemento de la Exposición Nacional Suiza, de cañón parabólico. Bernard Lafaille (1900-1955) construyó en 1937 su famosa cubierta colgada en el Pabellón de Francia en la Feria Internacional de Zagreb, formada por un cono invertido[25]. El italiano Giorgio Baroni construyó algunas de las primeras estructuras laminares en las que se usó la forma geométrica del paraboloide hiperbólico a modo de paraguas: Hall de la Planta de Aceros en Milán (1934), Almacén de la planta de fabricación de Alfa-Romeo en Milán (1937) y Almacén en Tresigallo, Ferrara (1938)[26]. El ingeniero fránces Albert Caquot (1881-1976) proyectó novedosas estructuras laminares, como la cúpula del Mercado de Sidi Bel Abbes, construida con grandes dovelas prefabricadas de hormigón armado[27]. El ingeniero Ove Nyquist Arup (1895-1988) proyectó en Londres una piscina para pingüinos en el Regent Park, en la que construye un sistema de rampas laminares de hormigón armado, que pronto se convirtieron en otro de los iconos de la historia laminar. Tres años después, en 1938, fundó con su



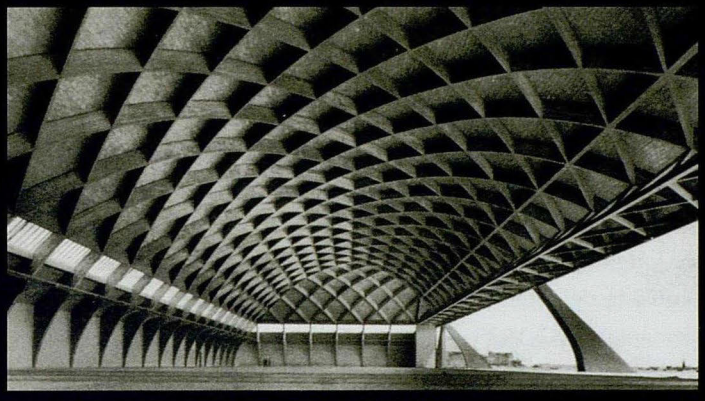
FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



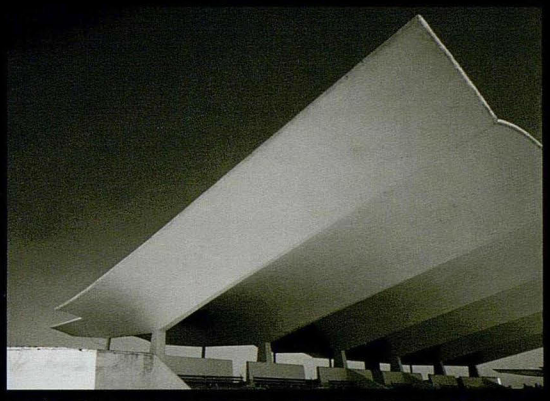
MERCADO DE ALGECIRAS, 1934. EDUARDO TORROJA



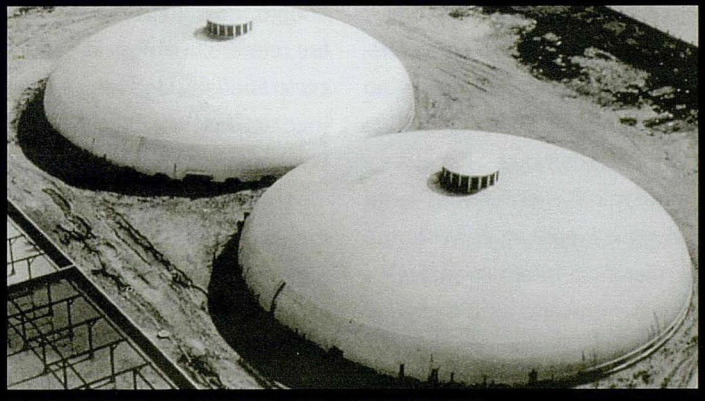
FRONTÓN RECOLETOS, MADRID, 1935-1936. EDUARDO TORROJA



HANGARES DE ORVIETO, 1935. PIER LUIGI NERVI



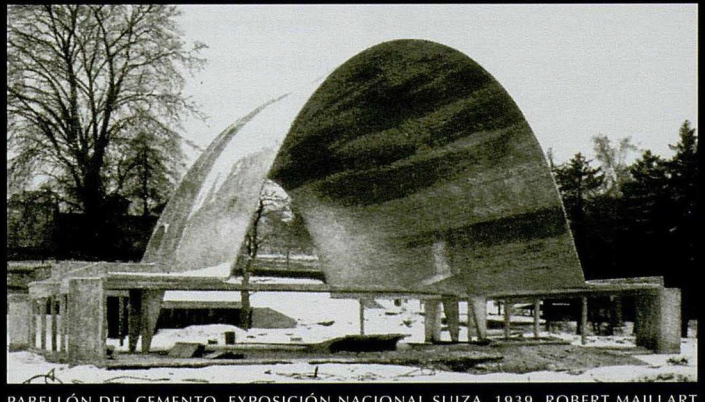
HIPÓDROMO DE LA ZARZUELA, 1935. EDUARDO TORROJA



WATER FILTER PLANT, HIBBING, 1939. ANTON TEDESKO



ALMACÉN EN TRESIGALLO, FERRARA, 1938. GIORGIO BARONI



PABELLÓN DEL CEMENTO, EXPOSICIÓN NACIONAL SUIZA, 1939. ROBERT MAILLART



PABELLÓN DE FRANCIA EN LA EXPOSICIÓN INTERNACIONAL DE ZAGREB, 1937. BERNARD LAFAILLE

FIGURA 31. LA AVENTURA LAMINAR DE LA ARQUITECTURA MODERNA. SELECCIÓN DE ESTRUCTURAS LAMINARES DE LOS AÑOS 30

primo, Arne Arup, la firma de ingenieros constructores Arup and Arup. Posteriormente, en 1946, fundó otra empresa, Ove Arup and Partners, que entre los años 1952 y 1972 adecuó la estructura laminar de la famosa y polémica Opera de Sydney, haciendo posible la construcción de la bella imagen proyectada por el arquitecto Utzon, que se convirtió en símbolo de Australia.

El ingeniero italiano Pier Luigi Nervi (1891-1979) fue otro de los más destacados protagonistas de la "Aventura Laminar"[28], que, al igual que Eduardo Torroja, había iniciado el ejercicio de su profesión en 1928, construyendo sus primeras estructuras laminares en la década de los 30. Fue el inventor del "ferrocemento" y autor de un amplio número de estructuras laminares en las que empleó sistemas mixtos de construcción, utilizando piezas prefabricadas a pie de obra, recibidas generalmente sobre un entramado de nervaduras inspiradas en los esqueletos vegetales de la Naturaleza. En 1935 construyó dos hangares en Orvieto, tras ganar el concurso convocado por la Fuerzas Aéreas italianas. Se trataba de unas innovadoras estructuras laminares de hormigón armado de formas geodésicas nervadas, de 50 m de luz, de *gran ligereza y economía de construcción*, cuyo comportamiento estructural comprobó mediante ensayo sobre modelos. En 1939 construyó seis nuevos hangares, utilizando por primera vez piezas prefabricadas *in situ*, para obtener una mayor economía en su construcción.

Pero en la década de los años treinta, la empresa alemana Dyckerhoff and Widman continuaba liderando en gran medida la evolución y desarrollo de las *Thin Concrete Shells*, no solo a través de sus innovadoras construcciones, sino también de su continua labor de investigación, difusión, distribución de patentes y formación técnica de nuevos ingenieros. Entre las múltiples estructuras laminares construidas en aquellos años por Dyckerhoff and Widman, se encuentra la de los Hangares para aviones en Bug, Rügen (Alemania), una lámina asimétrica de cañón corrido nervada, de 60 m de longitud y 40 m de luz de vano, y la cubierta del Gran Mercado de Colonia (Alemania) 1937-1939. Fue también en el año 1930 cuando el ingeniero alemán Anton Tedesko (1903-1994)[29] entró a trabajar en la empresa Dyckerhoff and Widman, colaborando con Franz Dischinger y Ulrich Finsterwalder. Intervino en el proyecto del Great Marquet Hall de Budapest (1935), así como en el análisis y construcción de muchas estructuras laminares que posteriormente se convirtieron en obligada referencia internacional. Dos años más tarde fue enviado a Chicago con la intención de introducir en Estados Unidos la construcción laminar, colaborando con la empresa de ingenieria Roberts and Schaefer de Chicago. La primera estructura laminar que Tedesko proyectó en Estados Unidos fue la del Hayden-Planetarium del Central Park de Nueva York en 1934, utilizando la patente del sistema Zeiss-D+W, pero adaptándola a la construcción americana, razón por la cual no se importó el encofrado perdido colaborante formado por entramado de barras, sino que se utilizó un encofrado tradicional. Se trataba de una lámina esférica de 25 m de diámetro y 7,6 cm de espesor. Lamentablemente esta lámina fue demolida en el año 1997. Otras de las más famosas estructuras laminares construidas por Anton Tedesko en la década de los años 30 fueron: la del Hershey-Ice Hockey Arena (1936), una lámina nervada de cañón, que fue la de mayor luz de vano construida en aquellos momentos, con una luz entre apoyos de 70,73 m y un espesor de 9 cm, así como la cúpula del Auditorio de Nueva Orleans (1939) y la Water Filter Plant en Hibbing, construida en 1939, con la geometría laminar de una elipsoide de rotación de gran esbeltez. Como ya hemos mencionado, en 1934 se publica el primer texto teórico sobre estructuras laminares, *Statik und Dynamik der Schalen* del ingeniero alemán Wilhelm Flügge, que durante más de veinte años fue referencia obligada para las *Thin Concrete Shells*[30]. Una vez más, se trata de un ingeniero que trabajó como asociado en Dyckerhoff and Widman.

En España, la década de los años treinta, lamentablemente, se vio mutilada por la Guerra Civil (1936-1939). Sin embargo, durante los cinco años de paz previos (1930-1935), el desarrollo de las estructuras laminares, así como del hormigón armado y pretensado, cobraron un especial protagonismo en manos del joven ingeniero Eduardo Torroja (1899-1961). Fue durante esos 5 años cuando Torroja[31] no solo construyó innovadoras estructuras laminares de muy diversos tipos, sino que inició su camino hacia el liderazgo internacional de los avances técnicos y científicos del hormigón armado y pretensado, así como del desarrollo de los ensayos sobre modelos físicos reducidos. En 1930, fundó la empresa Investiga-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ciones de la Construcción S.A., ICON, que bajo su dirección se especializó en el ensayo de modelos como método de análisis del comportamiento estructural de nuevas formas resistentes. En el año 1934, Eduardo Torroja, ante la precaria existencia de centros y dotación para investigación que había en aquellos momentos en España, fundó en Madrid el Instituto Técnico de la Construcción y Edificación, junto a un pequeño grupo de ingenieros y arquitectos españoles[32].

En 1934 construyó la cubierta laminar del Mercado de Algeciras, con forma de casquete esférico de 47,62 metros de luz y 9 centímetros de espesor, sustentada sobre ocho apoyos perimetrales, inventando la técnica de desencofrar mediante zunchado. En 1935 construyó la cubierta del Hipódromo de la Zarzuela de Madrid, que es una estructura laminar formada por la sucesión de hiperboloides de eje horizontal secantes entre sí, de 5 cm de espesor en los extremos de sus voladizos de 12,80 m. Y en 1936, justo antes del inicio de la Guerra Civil, construyó la cubierta del Frontón Recoletos de Madrid, que estaba formada por una estructura laminar generada por la intersección de dos sectores de cilindros circulares de 12,20 m y 6,40 m (sección transversal en "gaviota"), salvando una luz de 55 m entre los muros testeros de cierre con un espesor de tan solo 8 cm en su clave. Lamentablemente, el Frontón Recoletos de Madrid, uno de los mayores alardes estructurales de la "Aventura Laminar de la Arquitectura Moderna", se desplomó debido a los daños sufridos durante los bombardeos que sufrió durante la Guerra Civil española[33].

El Instituto Técnico de la Construcción y la Edificación, fundado por Eduardo Torroja (1934), uno de cuyos objetivos era la difusión de la innovación tecnológica, publicó en 1935, en su revista *Hormigón y Acero*, la obra del Mercado de Pola de Siero. A partir de ese momento, y una vez finalizada la Guerra Civil, Ildefonso Sánchez del Río mantuvo una estrecha relación con el Instituto, al igual que todos aquellos que, a nivel internacional, se implicaron en el desarrollo de las *Thin Concrete Shells*, y el hormigón armado y pretensado. No en vano, este Instituto, hoy conocido como Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, se convirtió en lugar de investigación, reflexión y debate de los avances técnicos y científicos que paulatinamente se fueron alcanzando en las siguientes décadas. En 1959, en el seno del Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, bajo la dirección de Eduardo Torroja, se fundó la IASS, International Association for Shell Structures[34].

## TERCERA ETAPA [ 1940-1960 ]

### LA EVOLUCIÓN DEL MÉTODO DE SÁNCHEZ DEL RÍO. FORMA RESISTENTE Y SISTEMA CONSTRUCTIVO

Desde el inicio de la década de los años cuarenta, tras la finalización de la Guerra Civil española en 1939, el diseño del esqueleto estructural de las cubiertas de Ildefonso Sánchez del Río empezó a cambiar. La potente imagen del conjunto de nervaduras de canto invertido, que caracterizaban el extradós de sus depósitos de agua, fue sustituida por superficies de extradós continuo, en las que las nervaduras quedaban generalmente embutidas en el canto, o manifiestas en los pliegues u ondulaciones del intradós. Se trataba de superficies mixtas ejecutadas con piezas cerámicas aligeradas y hormigón armado. En un principio, utilizó piezas aligeradas realizadas con hormigón a modo de bovedillas, que se integraban en los diferentes tipos de forjados de piso y plementos de cubiertas abovedadas, quedando embuti-

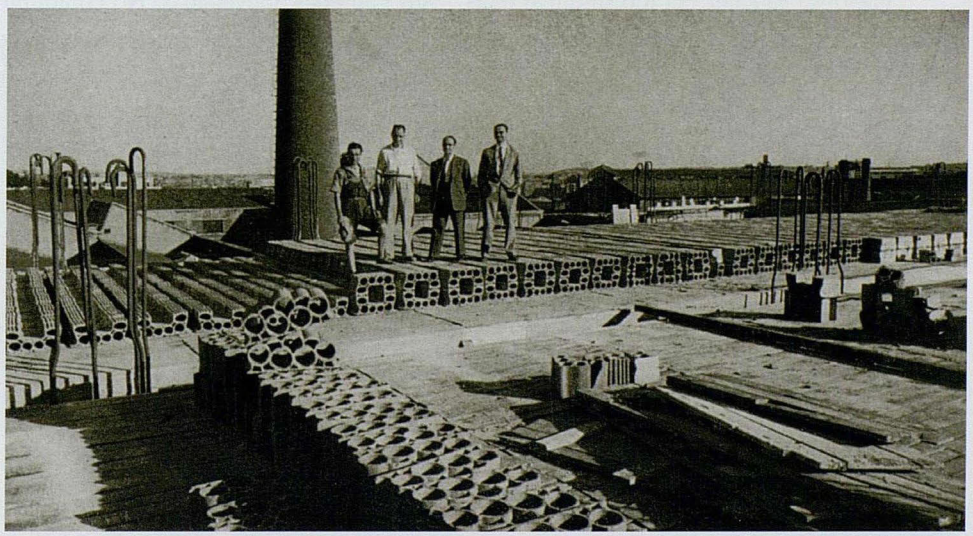


FIGURA 32. FABRICACIÓN EN RÍO - CERÁMICA DE PIEZAS CERÁMICAS PATENTADAS POR SÁNCHEZ DEL RÍO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

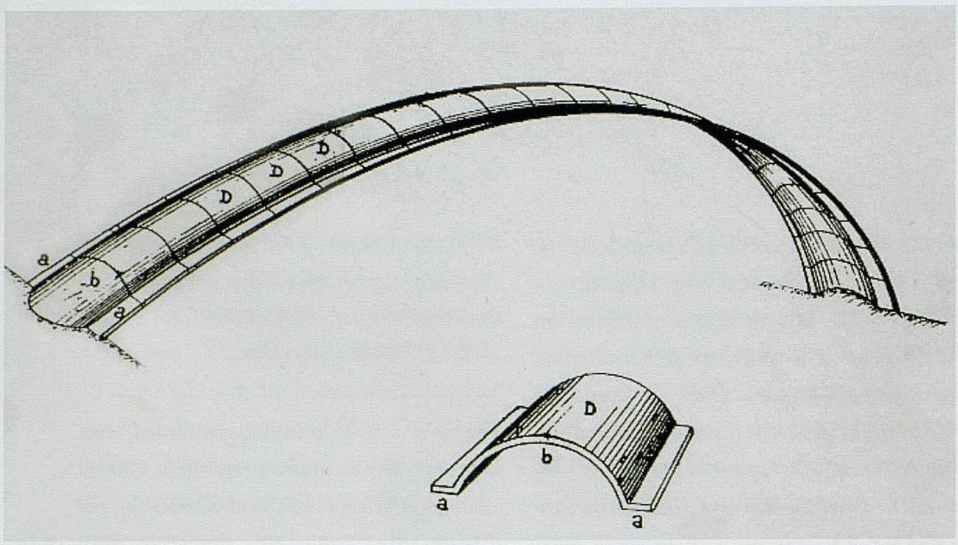



FIGURA 34. DOVELA-ONDA Y ARCO-ONDA

das las nervaduras de hormigón armado en el canto total del forjado o de la cubierta. Con este nuevo sistema nervado, pero de canto uniforme, construyó forjados de vanos libres de hasta 20 metros de luz, así como cubiertas de cañón de directriz parabólica de 25 metros de luz, con un canto de 20 cm. Este cambio presentaba las ventajas constructivas de minimizar la necesidad de encofrados, así como de aportar aislamiento térmico y acústico, debido a la cámara de aire contenida en las piezas prefabricadas. Poco tiempo después, debido a su mayor ligereza, características físicas específicas y tradición española, Ildefonso Sánchez del Río sustituyó estas piezas prefabricadas de hormigón armado por piezas cerámicas, que representaban un más fácil manejo en obra, así como una perfecta adherencia con el hormigón armado vertido *in situ*, garantizando la adecuada transmisión de esfuerzos.

A partir de este momento, el diseño de nuevas patentes de piezas cerámicas ligeras se convirtió en uno de los principales objetivos de Sánchez del Río, porque de la forma geométrica y características de esa pequeña pieza dependían, en gran medida, las posibilidades de evolucionar sus tipos de forjados y fundamentalmente sus cubiertas abovedadas. No conforme con ocuparse del diseño de estas piezas cerámicas, en el año 1942 Sánchez del Río montó su propia fábrica, Río - Cerámica [ FIG. 32 ], para poder producir sus patentes. Convertido en diseñador y fabricante, fue libre para marcar su propio camino de evolución y desarrollo, que en referencia a las cubiertas abovedadas tenía un claro objetivo, el de convertirse en estructuras laminares de grandes luces, aligeradas con piezas cerámicas.

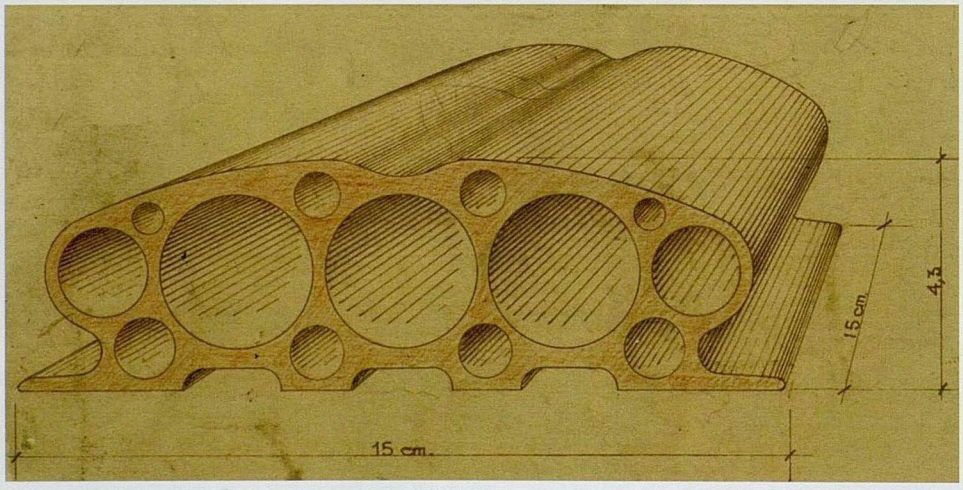



FIGURA 33. PIEZA CERÁMICA PARA DOVELAS-ONDA DE ARCOS-ONDA DE 20 METROS DE LUZ DE VANO

## CUBIERTAS ONDULADAS

Tras una incansable búsqueda del método y la forma de construir cubiertas ligeras de grandes luces, Sánchez del Río, al igual que hiciera muchos años antes Freyssinet en sus Hangares de Orly (1923), y tal y como estaban haciendo gran parte de los más destacados maestros de las estructuras laminares, como Pier Luigi Nervi o Eduardo Torroja[35], introdujo la "ondulación" en la superficie de sus cubiertas, geometría que le dio la clave para dotarlas de mayor rigidez de forma frente a pandeo, permitiéndole incrementar su luz de vano. Unido a este importante cambio de "forma geométrica", Sánchez del Río desarrolló nuevas piezas aligeradas cerámicas (dovelas-onda), y diseñó un nuevo sistema de construcción para sus cubiertas onduladas. Las proyectó, fundamentalmente, como cañones cilíndricos de directrices generalmente parabólicas. Estos cañones cilíndricos estaban formados por la secuencia continua de arcos-onda [ FIG. 34 ], que generaban la superficie ondulada total de la cubierta. Cada arco-onda , al



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 35. FABRICACIÓN DE DOVELAS-ONDA CON PIEZAS CERÁMICAS

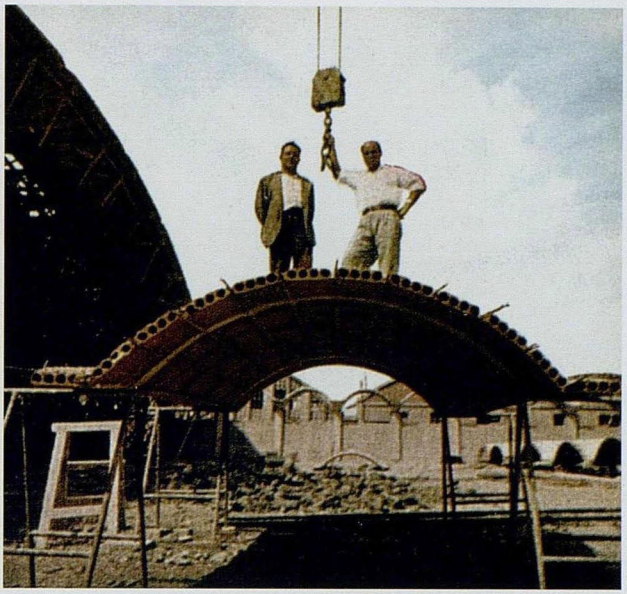


FIGURA 37. DOVELA-ONDA APOYADA SOBRE CUATRO PUNTOS

igual que un arco de dovelas de piedra, estaba formado por lo que él denominó dovelas-onda, que eran fabricadas en el suelo, a pie de obra, con pequeñas piezas cerámicas [ FIG. 33 ], y posteriormente izadas mediante grúa a su posición definitiva sobre las cimbras de la cubierta. Sistema constructivo muy similar al utilizado años antes por Pier Luigi Nervi en la mayor parte de sus cubiertas laminares, como en la Sala de Exposiciones de Turín, con la diferencia fundamental no solo de su específica geometría, sino de que las piezas diseñadas por Nervi estaban ejecutadas con hormigón armado, y no con piezas cerámicas aligeradas [ FIGS. 35 y 36 ].

La dovela-onda, célula generadora de los arcos-onda, y así de la estructura ondulada de cubierta, tiene una directriz mixta formada por un arco central y dos pequeños tramos rectos. Se construye sobre una cimbra de madera, a nivel de suelo, utilizando pequeñas piezas cerámicas aligeradas colocadas según las generatrices rectas del pequeño cañón, y entre ellas se disponen las armaduras correspondientes a las nervaduras, parte en espera, que posteriormente son hormigonadas de manera continua formando los arcos-onda de la cubierta, una vez posicionadas sobre la cimbra en su posición definitiva. Cada dovela-onda cuenta además con dos nervaduras de rigidez transversal en arco, en las que se embuten los 4 ganchos necesarios para su manipulación de izado y colocación. Con esta específica configuración constructiva, la dovela-onda contaba con una gran rigidez, que permitía su apoyo en tan solo cuatro puntos, sin necesidad de tener que ser apoyada, de manera continua, sobre sus dos bordes rectos, tal y como demostró la prueba de carga realizada a tal efecto [ FIG. 37 ].

Dada la gran relevancia de estas pequeñas piezas (dovelas-onda), que eran en definitiva de las que dependía la generación espacial de sus cubiertas onduladas, Sánchez del Río fue patentando diferentes tipos de piezas cerámicas, en las que adecuaba sus características geométricas y tipo de aligeramiento, con el fin de construir cubiertas onduladas de diferentes cantos, destinadas a salvar luces de vano libres cada vez mayores. En efecto, las primeras cubiertas onduladas proyectadas y construidas por Ildefonso Sánchez del Río contaron con luces de vano libre de



FIGURA 36. FABRICACIÓN DE MÓDULO-ONDA DE HORMIGÓN ARMADO. PIER LUIGI NERVI



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

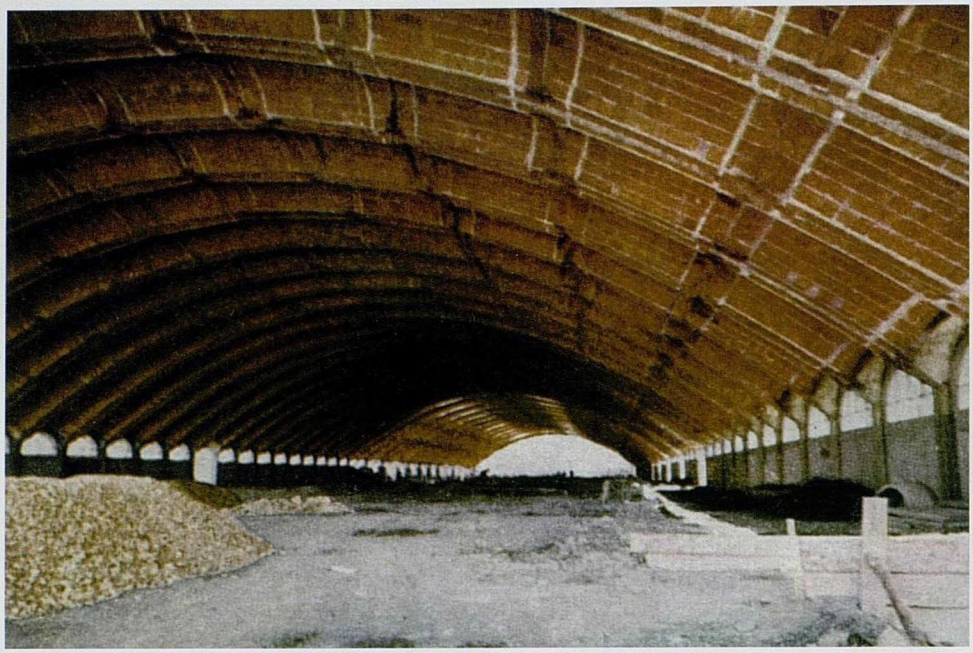


FIGURA 38. ALMACÉN DE RÍO - CERÁMICA EN MADRID. LUZ DE VANO 35 METROS

16,00 metros, cuatro metros menos que la luz de vano máxima construida años antes en sus depósitos de agua, que, como en el caso del IV Depósito de Aguas de Oviedo (20 m), fueron ejecutadas con esqueletos estructurales generados por gruesas nervaduras de canto.

Entre las primeras cubiertas onduladas construidas por Sánchez del Río están la del Garaje Renault en Oviedo, de 22 m de luz de vano libre, y las de FEFASA, en Miranda de Ebro, que alcanzaron 30 m de luz de vano y longitudes de 72 y 120 me. Durante la prolífera construcción de este tipo de cubiertas onduladas, Sánchez del Río fue incrementando paulatinamente la luz de vano de sus arcos-onda, y al final de este primer periodo alcanzaron los 35 m en la nave construida para Río - Cerámica en Madrid [ FIG. 38 ], así como en el Almacén de Azúcar en Palencia.

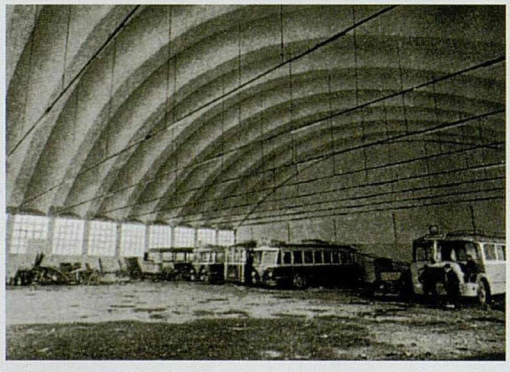


FIGURA 40. GARAJE MUNICIPAL DE MIERES. LUZ DE VANO 33 METROS

En esta conquista del anhelado incremento de luz de vano libre de los arcos-onda, intervenían, además de la propia geometría espacial de la cubierta, tres factores fundamentales, que estaban referidos a los tres elementos estructurales que generaban este tipo de cubiertas onduladas: pieza cerámica aligerada, dovela-onda y arco-onda. El primero es la geometría y tamaño del arco-onda, que demanda un específico canto de la bovedilla cerámica, así como un determinado tipo de aligeramiento y forma de sus bordes para alojar las adecuadas nervaduras de la dovela-onda de la que formaría parte. El segundo concernía al proceso de construcción, ya que las dovelas-onda, al ser fabricadas en el suelo y posteriormente izadas a su posición definitiva sobre las cimbras, hacían necesario determinar sus dimensiones y peso, dividiendo el arco-onda en el adecuado número de dovelas-onda, optimizando la total ejecución de la obra. Y el tercero, y no por ello menos importante, está referido al sistema de apoyo de los arcos-onda, en el que había que contrarrestar el empuje resultante, mediante tirantes o contrafuertes. Entre las numerosas cubiertas onduladas construidas por Sánchez del Río existen ejemplos muy variados que ponen de manifiesto su paulatina evolución y tratamiento de todos estos aspectos.

## SISTEMAS DE CONTRARRESTO

En referencia al sistema de apoyo y contrarresto de todos los diferentes tipos de cubiertas que construyó, Sánchez del Río utilizó desde el inicio tanto contrafuertes como tirantes. Entre las múltiples cubiertas realizadas, utilizó tirantes como sistema de contrarresto en: las cubiertas de los Talleres del INTA en Torrejón de Ardoz[36], el Garaje Renault en Oviedo (22 m), el Garaje Municipal de Mieres (33 m) [ FIG. 40 ], y el ya referido Almacén de Azúcar en Palencia (35 m); y entre las construidas con contrafuertes: además de todos sus depósitos de aguas, el taller de Calderería en Oviedo (28,50 m), las naves de FEFASA en Miranda de Ebro (30 m), y su gran obra maestra, el Palacio de Deportes de Oviedo, de 100 metros de luz, proyectada al inicio de los años sesenta pero no finalizada hasta 1975.

En las cubiertas onduladas atirantadas, para garantizar el correcto contrarresto del empuje, ubicó un tirante en cada uno de los extremos de los arcos-onda, colgándolos de pendolones, de tal manera que la secuencia de dichos tirantes coincidía con



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

la modulación de las ondas de la superficie de la cubierta, por lo que en el caso de las naves de la empresa de Minas y Metalurgia Pathat respondía al módulo de 2,50 metros. Uno de los problemas específicos que este tipo de contrarresto generaba era el diseño de la evacuación de aguas pluviales, que solucionó embutiendo la bajante en la cabeza del pilar, por el interior del edificio hasta la red de saneamiento, para poder darle continuidad a la transmisión de cargas en el nudo [ FIG. 39 ].

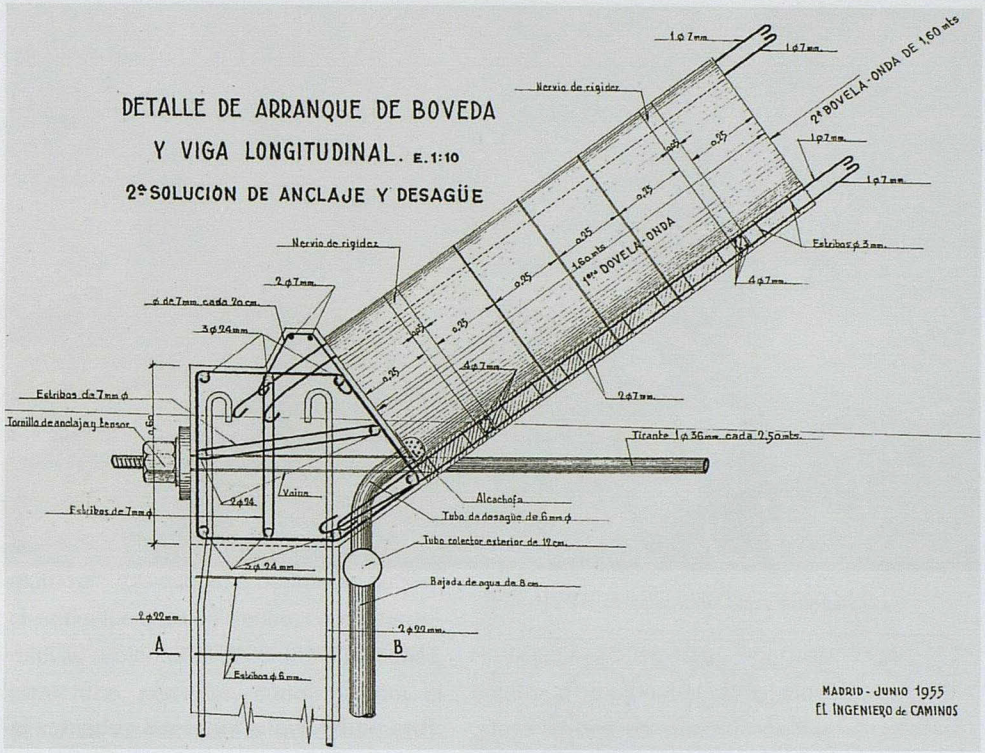
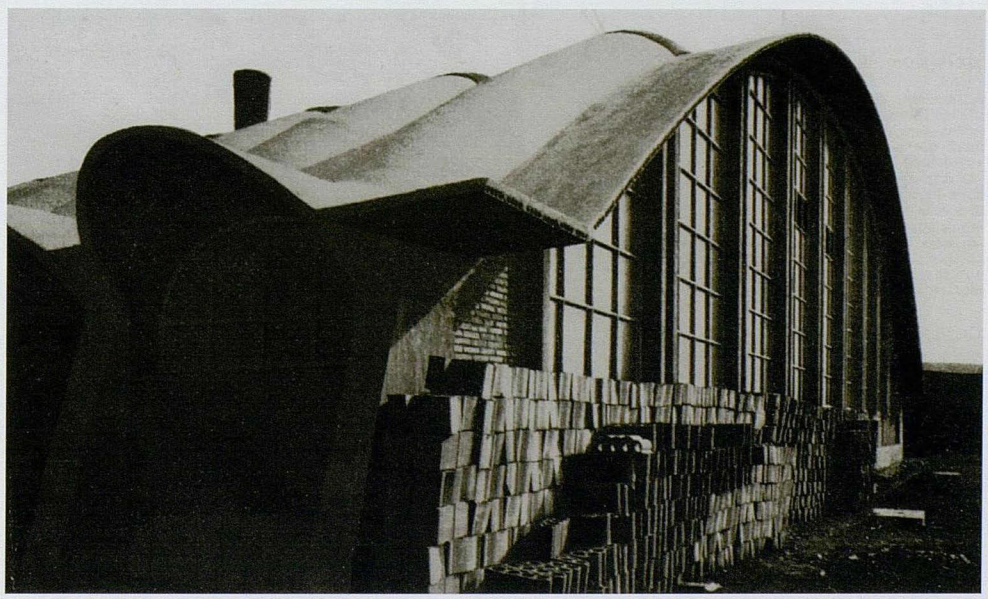


FIGURA 39. DETALLE ANCLAJE TIRANTE Y PASO DE DESAGÜE DE CUBIERTA

Pero, sin duda, fue la evolución de las cubiertas sin tirantes, cuyos contrafuertes se hicieron cada vez más esbeltos, la que aportó espacios arquitectónicos de mayor diafanidad visual y belleza, y, por ello, fue uno de los objetivos de Sánchez del Río. Desde un principio, proyectó los contrafuertes de sus cubiertas onduladas con hormigón armado, en lugar de con fábricas pétreas, que fue como construyó los de sus primeras cubiertas nervadas para depósitos de agua. Por otra parte, utilizó una pieza especial de transición entre los arcos-onda y los contrafuertes, a la que llamó apoyo-onda, y que, ejecutada en hormigón armado, no solo servía de apoyo a los arcos-onda, sino también de marco rígido, dispuesto en ambos apoyos de los arcos-onda, que podían así dilatar libremente frente a cambios de temperatura, no demandando juntas de dilatación[37]. Su imagen formal reproduce la escenografía de borde ondulado, a modo de visera, que ya existía en sus primitivas cubiertas, pero que estructuralmente adquirió una muy diferente y fundamental función [ FIGS. 41 y 42 ].

## PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Una vez realizada la cimentación, los contrafuertes y apoyos-onda en hormigón armado *in situ*, se procedía al izado y colocación de las diferentes dovelas-onda, que eran ejecutadas a pie de obra. Posteriormente se hormigonaba toda la superficie de la cubierta ondulada, que generalmente contaba con unos 2 cm de espesor sobre el extradós de las dovelas-onda prefabricadas, con piezas aligeradas y nervaduras con armaduras en espera. En la figura 42 se puede apreciar la secuencia


FIGURA 41. EXTERIOR NAVE DE RÍO - CERÁMICA EN MADRID



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

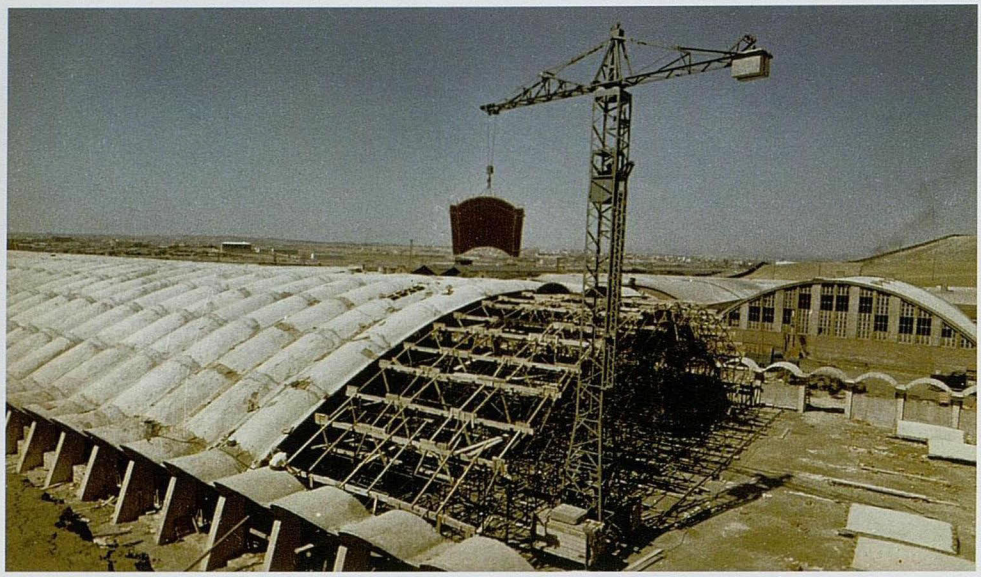


FIGURA 42. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN MEDIANTE APOYOS-ONDA

de construcción, apareciendo ya construidos, no solo los contrafuertes de hormigón armado, sino también los apoyos-onda, que, tal y como he referido anteriormente, cumplían una muy importante función estructural, constituyéndose en un marco rígido frente a las posibles dilataciones de los arcos-onda. De esta manera se garantizaba la estabilidad del conjunto de la obra durante sus diferentes fases de construcción y se minimizaba la utilización de medios auxiliares.

## ENSAYOS SOBRE MODELOS

Para poder evolucionar sus cubiertas laminares onduladas, y alcanzar cada vez mayores luces de vano libre, Ildefonso Sánchez del Río contó con la realización de ensayos físicos sobre modelos reducidos, ejecutados por el Laboratorio Central de Materiales, que desde el año 1941 fue dirigido por Eduardo Torroja, al igual que el Instituto de la Construcción y del Cemento.



FIGURA 43. ALUMNOS DE LA ESCUELA DE AYUDANTES DE OBRAS PÚBLICAS SOBRE EL MODELO DE ARCO-ONDA

De todos los ensayos, destaca el de un arco-onda de 100 metros de luz, que correspondía a un proyecto (no realizado) que Sánchez del Río hizo para un hangar, cuyo ancho de onda era de 8 metros, su flecha de 1,90 m y un espesor total de 0,25 m (0,22 m dovela-onda + 0,03 m espesor capa superior hormigón armado). El modelo se construyó a escala 1/10, fabricándose especialmente para ello un total de 12.000 diminutas piezas cerámicas, que reproducían a escala las piezas de la dovela-onda real. El ensayo lo dirigió el ingeniero Carlos de Benito, profesor de la Escuela de Ingenieros y colaborador también del Instituto dirigido por Eduardo Torroja. El ensayo tenía como finalidad comprobar el comportamiento mecánico y elástico del arco-onda, procediendo a medir, bajo carga, las flechas adquiridas bajo las solicitaciones previstas, así como sus corrimientos horizontales. Los resultados fueron favorables, obteniéndose desplazamientos verticales de relación flecha/luz de 1/20.000 [ FIG. 43 ].

## FORMA, TAMAÑO Y ESBELTEZ

Tal y como ya he mencionado, todas las láminas onduladas que construyó Sánchez del Río respondían a cañones cilíndricos de directriz generalmente parabólica. La variedad formal de sus cubiertas estaba basada no en el cambio de forma geométrica, sino en la utilización de uno o varios módulos, posicionados a la misma o diferentes alturas, y cubriendo vanos de iguales o diferentes luces, generando así maclas espaciales distintas, pero que estructuralmente respondía a la misma concepción y diseño.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

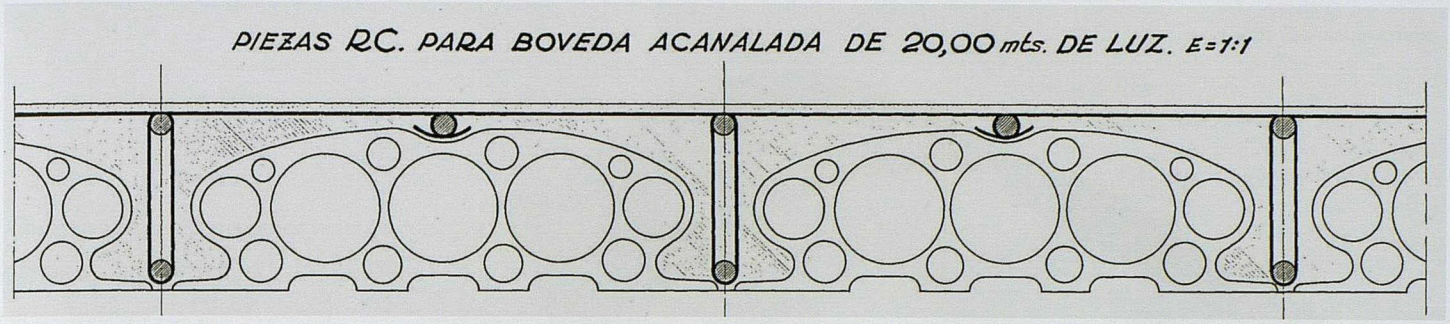



FIGURA 44. SECCIÓN DE LÁMINA ONDULADA DE HASTA 20 METROS DE LUZ

Finalmente, en la década de los años cincuenta, Ildefonso Sánchez del Río contó con suficiente experiencia y conocimiento de su sistema de diseño y construcción de láminas onduladas prefabricadas con módulos "dovelas-onda", y estableció criterios propios con los que desarrolló toda una gama de piezas cerámicas y dovelas-onda para diferentes luces de vano, que según manifestó[38] podían alcanzar hasta 200 metros de luz, aunque la máxima luz de vano que llegó a construir fue de 100 m.

La primera pieza cerámica diseñada [ FIG. 44 ] la utilizó para la construcción de arcos-onda que alcanzaron hasta 20 metros de luz. Esta pieza contaba con un canto de 4,5 cm, sobre el que se ejecutaba una capa de hormigón de 2 cm de espesor, resultando el espesor total de la cubierta de 6,5 cm. Una esbeltez que ya había sido superada desde el inicio de la "Aventura Laminar de la Modernidad" con las láminas de hormigón armado, entre otros muchos, por Eduardo Torroja en la cubierta laminar del Frontón Recoletos de Madrid (55 m de luz y 8 cm de espesor en la clave). Pero la originalidad de las láminas onduladas de Sánchez del Río es que eran, a nivel internacional, las únicas construidas con un sistema mixto hormigón-cerámica, en el cual los moldes cerámicos prefabricados (dovelas-onda) colaborantes, al igual que hiciera Nervi con moldes de hormigón armado, eran las piezas fundamentales del esqueleto estructural de la superficie laminar. En este sentido, no solo eran fundamentalmente diferentes a las cubiertas de fábrica tabicadas realizadas por Guastavino o Dieste[39], sino también de las realizadas por Torroja con fábrica y una fina capa de hormigón armado con mallazo[40]. Las cubiertas onduladas de Sánchez del Río seguían siendo, como sus primitivas cubiertas de depósitos y paraguas, estructuras nervadas, aunque ahora el canto de las nervaduras quedaba embutido en el espesor total de la superficie terminada, y su geometría "ondulada" era la que le aportaba la rigidez de forma necesaria para alcanzar grandes luces.

Por otra parte, aunque Sánchez del Río buscaba la manera de salvar grandes luces de vano con estructuras laminares esbeltas, defendió siempre que consideraba muy importante la aportación de su sistema mixto, en el que las piezas cerámicas aligeradas aportaban aislamiento térmico al espacio cubierto; por ello determinó que el mínimo espesor que él consideraba idóneo para sus cubiertas era de 8 cm (6 piezas cerámica + 2 hormigón)[41]. En base a esta premisa y a las imposiciones del tamaño y la forma, Sánchez del Río estableció diferentes cantos para las grandes luces de sus cubiertas onduladas, así como el tipo de pieza de cerámica específico para cada una, en la que además de variar su forma geométrica, varía su tipo de aligeramiento [ FIG. 45 ]. También definió el tipo de dovela-onda para cada tamaño de arco-onda, determinando su geometría y su

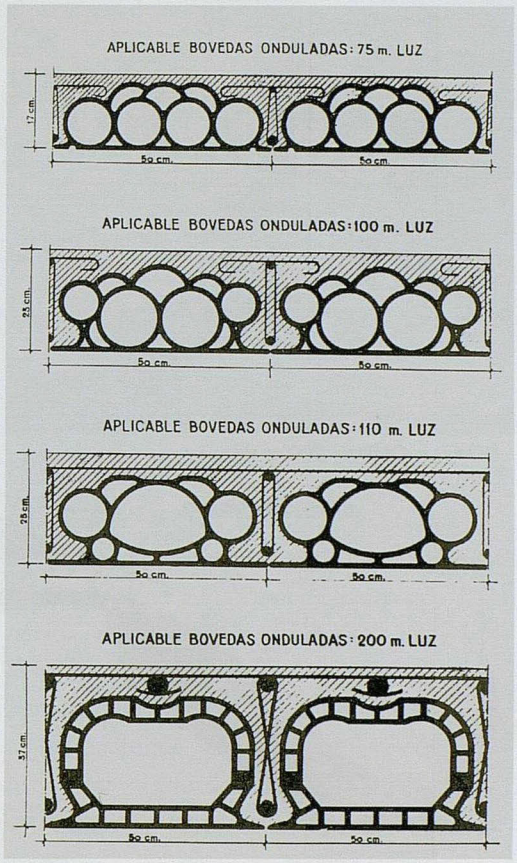



FIGURA 45. CUBIERTAS ONDULADAS. TIPOS DE SECCIONES Y ESPESORES EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO

ARCO-ONDA

| Luz | Espesor |
|---|---|
| 75 | 0,17 |
| 100 | 0,23 |
| 110 | 0,25 |
| 200 | 0,37 |



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

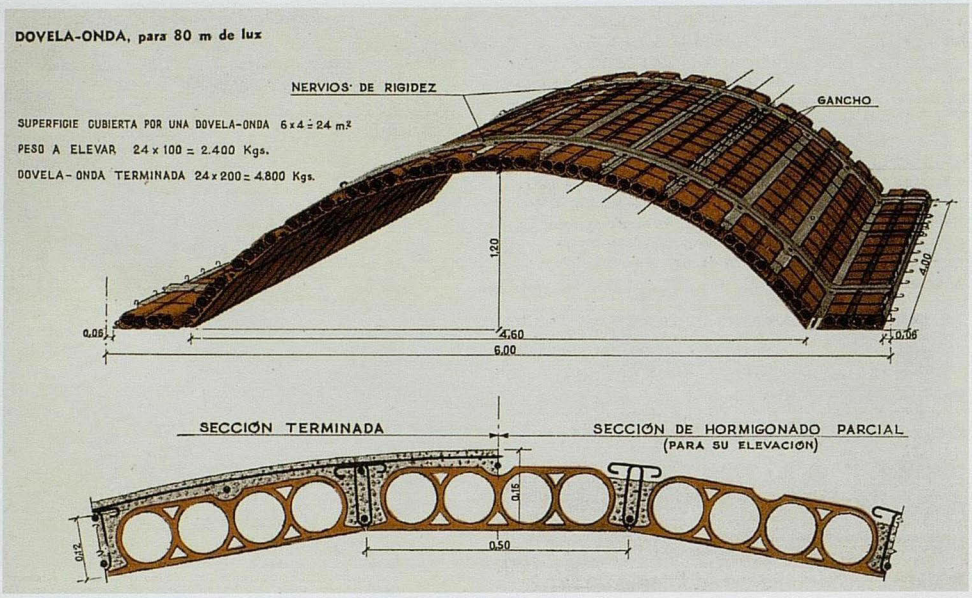



FIGURA 46. DOVELA-ONDA PARA ARCOS-ONDA DE 80 METROS DE LUZ

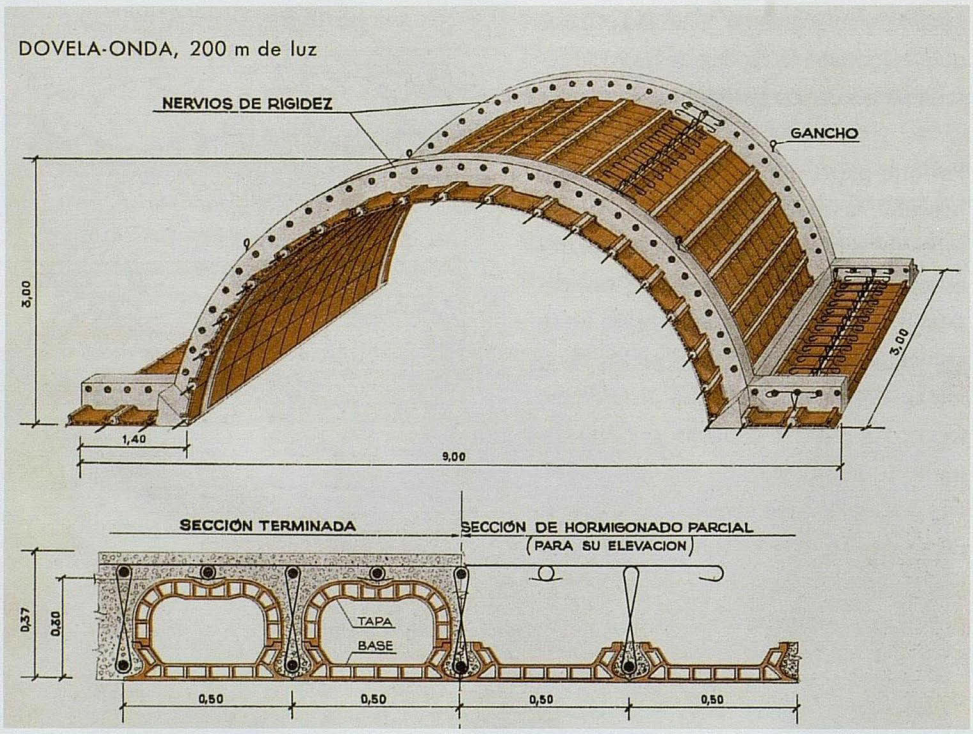



FIGURA 47. DOVELA-ONDA PARA ARCOS-ONDA DE 200 METROS DE LUZ

tamaño, así como sus diferentes nervaduras de rigidez [FIGS. 46 y 47].

En efecto, a medida que la luz de vano libre del arco-onda aumentaba, demandaba mayor canto y diferente grado de rigidez. Por ello diseñó gran variedad de piezas, algunas de las cuales se recogen en la figura 45, en función de los cantos demandados por los arcos-onda. De igual manera, también los cantos de las diferentes nervaduras de las dovelas-onda, que forman los arcos-onda, incrementan sus cantos con el aumento de su tamaño. Pero además, en el caso de la dovela-onda diseñada para arcos-onda de 200 metros de luz de vano, Sánchez del Río, no solo aumenta el canto y aligeramiento, sino que también introduce un importante cambio que incrementa su continuidad y rigidez a su conjunto, que es la dotación de perforaciones en el canto de los nervios de rigidez, con la finalidad de poder pasar armaduras continuas una vez posicionadas las dovelas-onda en obra.

Es importante tener presente que cuando Sánchez del Río presentó este original sistema de construcción de cubiertas laminares onduladas, y sus previsiones de diseño para cubiertas que podían alcanzar hasta 200 metros de luz, fue en el año 1959, en una conferencia pronunciada en el Instituto de la Construcción y del Cemento, con motivo del *Coloquio Internacional sobre métodos constructivos de bóvedas delgadas* celebrado en el mes de septiembre[42]. En aquellos momentos tan solo hacía un año que se había terminado la construcción de la mayor estructura laminar construida hasta entonces, que era el CNIT de París, que alcanzó 218 m de luz



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

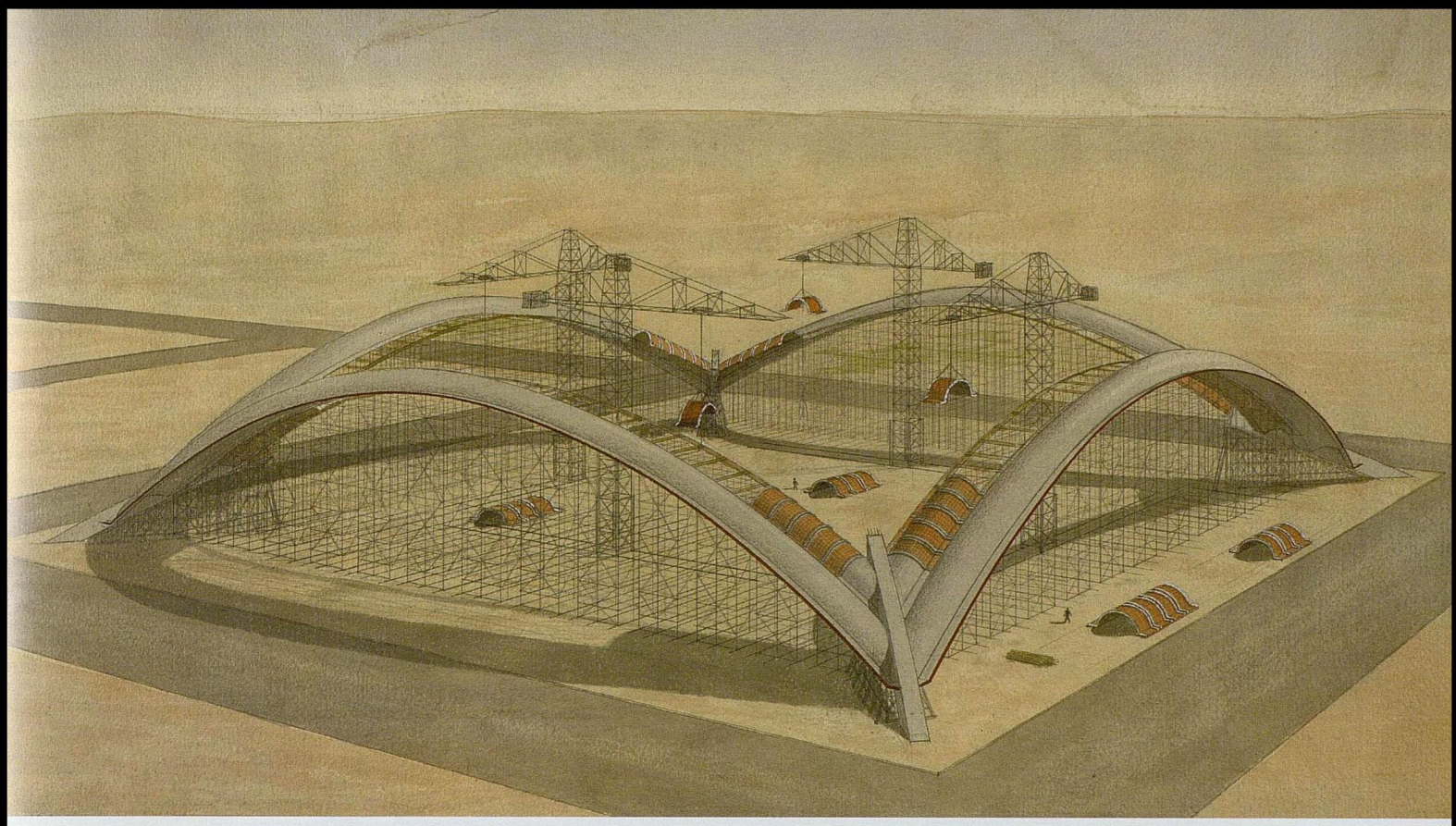


FIGURA 48. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE BÓVEDA DE CRUCERÍA DE 150 METROS DE LADO. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO, 1959

entre sus apoyos. Sin duda, Sánchez del Río estaba motivado por desarrollar su original sistema de construcción laminar hasta estos límites de tamaño. En dicha comunicación, Sánchez del Río, que todavía no había proyectado el Palacio de Deportes de Oviedo, además de exponer las cubiertas que hasta entonces había ya realizado con este sistema, expuso la solución y proceso de construcción de una posible cubierta de 150 metros de luz, en la que se podría utilizar la dovela-onda que ya había previsto para este caso.

La forma geométrica correspondía a una bóveda de crucería levantada sobre planta cuadrada de 150 metros de lado, y apoyada en sus cuatro extremos. De esta manera, no solo la geometría ondulada de los arcos-onda que formaban la superficie de la lámina contribuían a su rigidez, sino también la propia geometría de la cubierta, arriostrada en su conjunto mediante arcos diagonales ejecutados en hormigón armado. En este caso, tal y como él mismo señaló, no era necesario buscar ingeniosas maneras para contrarrestar los empujes, ya que estos, al igual que en las bóvedas de crucería góticas, se canalizan a través de los arcos diagonales hasta los apoyos. Con esta geometría los únicos arcos-onda de 150 metros de luz son los cuatro del borde de la cubierta, y a medida que estos se acercan a la clave, su luz de vano va disminuyendo. La secuencia de construcción que Sánchez del Río explicó, se basa en la necesidad de contar con la estabilidad del conjunto de la cubierta durante todo el proceso de su construcción; por ello establece cuatro grúas, una en cada borde, que, situadas en el interior de la planta, irían posicionando las dovelas-onda de manera simétrica y acompasada sobre cada uno de los cuatro apoyos [ FIG. 48 ].

La geometría de la cubierta recuerda en gran medida la que ya había construido Esquillan en el CNIT de París, que contó también con la asesoría de Pier Luigi Nervi. En efecto, esta cubierta estaba generada por el cruce de tres cañones circulares, de piel ondulada, y apoyada en tres puntos. Aunque debido a su enorme tamaño, dado que alcanza 218 metros de luz, contaba con doble capa ondulada unida por elementos verticales de hormigón armado que alcanza casi los 3 metros de canto total. Una obra maestra de la Arquitectura Moderna, que ha sido además el récord de tamaño finalmente construido durante la larga "Aventura Laminar", que, nacida en la década de los veinte, inició su desaparición en la década de los años setenta, precisamente cuando Ildefonso Sánchez del Río alcanzó sus propios récords de tamaño, realizando en ellos también sus más importantes aportaciones formales. Una "aventura" que siempre he interpretado como el complejo y apasionante cambio de escala de aquellas pequeñas macetas laminares que en 1849



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

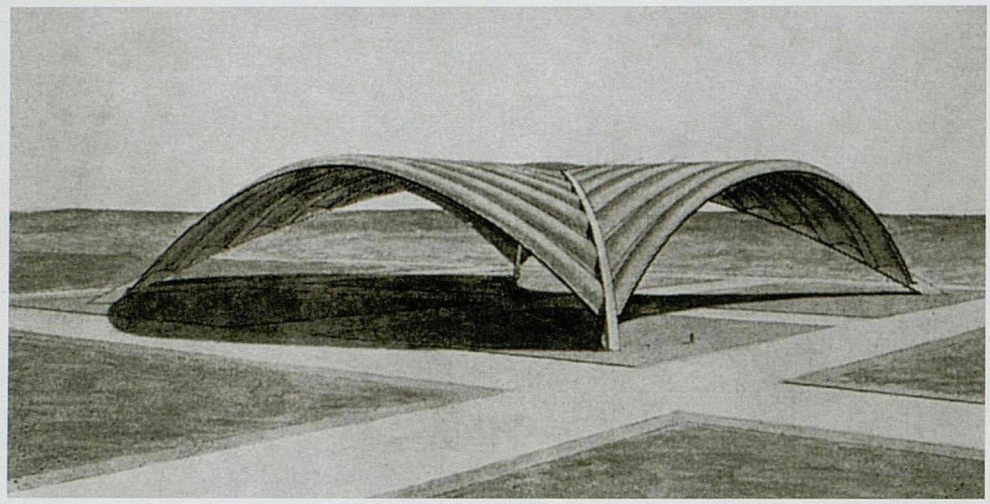


FIGURA 49. IMAGEN DE POSIBLE CUBIERTA LAMINAR (150 M) CONSTRUIDA CON EL SISTEMA DE ARCOS-ONDA, 1959

construyó el jardinero francés Joseph Monier para sus rosales, en las que nació el hormigón armado[43], sin duda el material que más ha revolucionado el mundo de la construcción civil y arquitectónica en toda su historia, y que continúa revolucionándolo en el siglo XXI. En efecto, tras este largo periodo de siete décadas, el hormigón armado volvió a sus orígenes, y una vez capacitado para hacerlo, inició la aventura de cambiar de escala aquellas pequeñas macetas laminares, que adoptando muy diferentes formas geométricas y tamaños, se convirtieron en uno de los más venerados hitos de la Arquitectura Moderna. Un cambio de escala que, como todos los ocurridos en la Historia, produjo un sinfín de problemas, poniendo de manifiesto, una vez más, la no siempre conocida e inquietante *debilidad de los gigantes* [ FIGS. 49 y 50 ].

Dos años más tarde, en 1961, Sánchez del Río inició la realización del proyecto de la que sería su mayor cubierta ondulada construida con este sistema, la del Palacio de Deportes de Oviedo, que alcanzó una luz de vano de 100 metros, aunque no fue inaugurado hasta 1975.

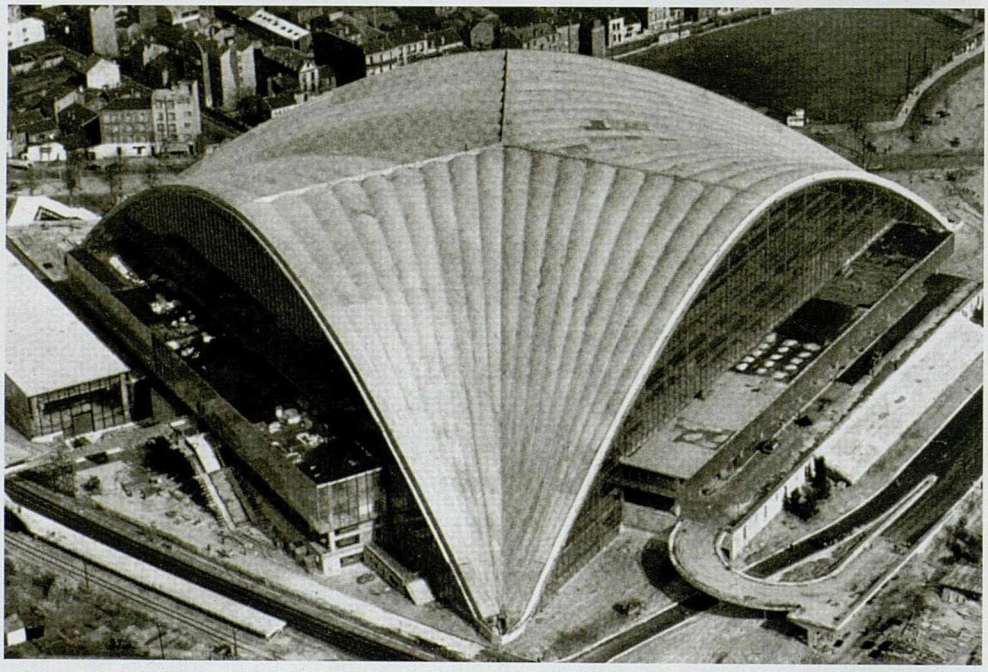


FIGURA 50. CENTRE DES NOUVELLES INDUSTRIES ET TECHNOLOGIES (CNIT) DE PARÍS, 1958

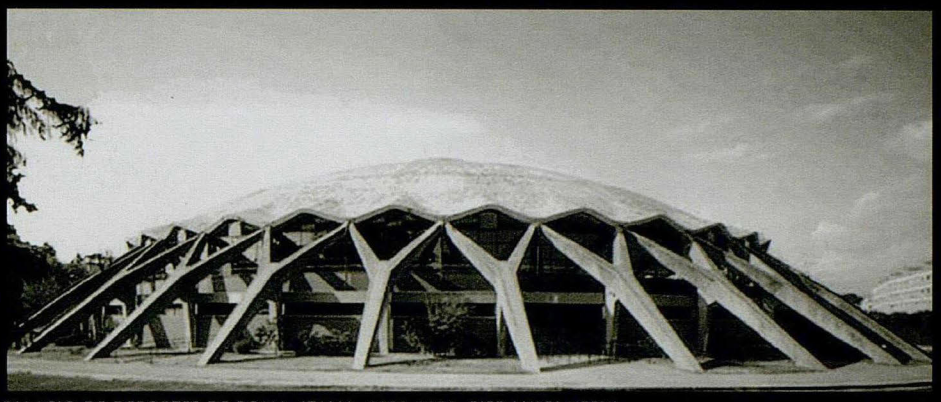
En el contexto internacional la "Aventura Laminar de la Arquitectura Moderna" evolucionó de diferente manera durante las dos décadas transcurridas entre 1940 y 1960. La década de los años 40 estuvo marcada por la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), y en España por la postguerra nacional, hecho que pone de manifiesto la importancia que tuvo la existencia de profesionales y empresarios, como Ildefonso Sánchez del Río Pisón, que impulsaron no solo el nacimiento de industrias del sector (Río - Cerámica), sino que a través de su ingenio fueron también capaces de realizar un relevante legado de estructuras laminares, creando sus propios sistemas de construcción adaptados a los medios disponibles. Es un hecho que ni la Segunda Guerra Mundial, ni la precaria situación de aislamiento y pobreza de España, paralizaron el desarrollo del hormigón armado y pretensado, ni de las Estructuras Laminares. En España gracias, fundamentalmente, a la existencia del Instituto de la Construcción dirigido por Eduardo Torroja[44], que no solo lideró la investigación del sector y desarrolló sus propias patentes y normas, sino que además apoyó a los profesionales e industrias del sector, que como Ildefonso Sánchez del Río se esforzaron en seguir adelante. A nivel internacional, la propia actividad bélica supuso también la necesidad de acelerar investigaciones sobre las posibi-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



DEPÓSITO DE FEDALA, MARRUECOS, 1956. EDUARDO TORROJA



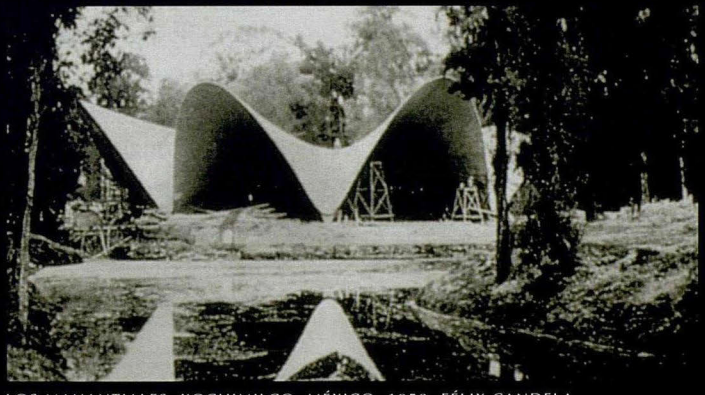
PALACIO DE DEPORTES DE ROMA, ITALIA, 1953-1958. PIER LUIGI NERVI



AEROPUERTO DE DALLAS, EE UU, 1958. EERO SAARINEN



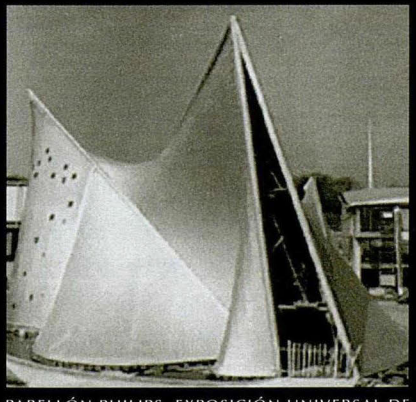
NAVE INDUSTRIAL, GOSSAU, SUIZA, 1954. HEINZ HOSSDORF



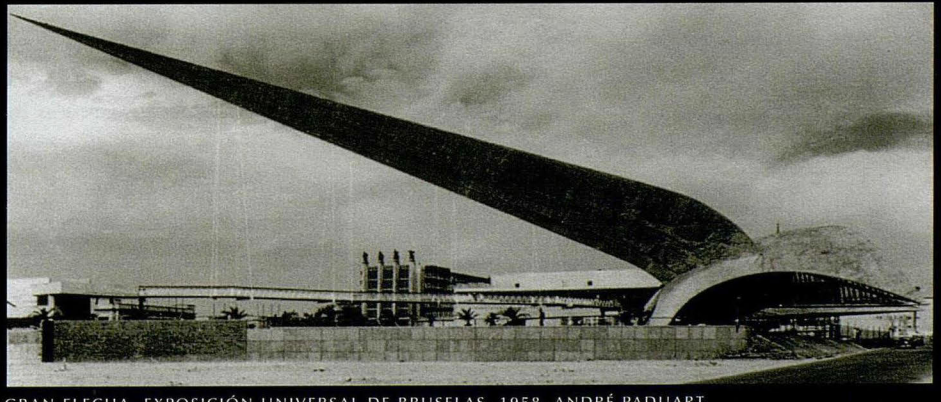
LOS MANANTIALES, XOCHIMILCO, MÉXICO, 1958. FÉLIX CANDELA



BLACK FOREST HALL, KARLSRUHE, ALEMANIA, 1953. ULRICH FINSTERWALDER. DYCKERHOFF AND WIDMAN



PABELLÓN PHILIPS, EXPOSICIÓN UNIVERSAL DE BRUSELAS, 1958. LE CORBUSIER



GRAN FLECHA, EXPOSICIÓN UNIVERSAL DE BRUSELAS, 1958. ANDRÉ PADUART

FIGURA 51. LA AVENTURA LAMINAR DE LA ARQUITECTURA MODERNA. SELECCIÓN DE ESTRUCTURAS LAMINARES DE LOS AÑOS 50

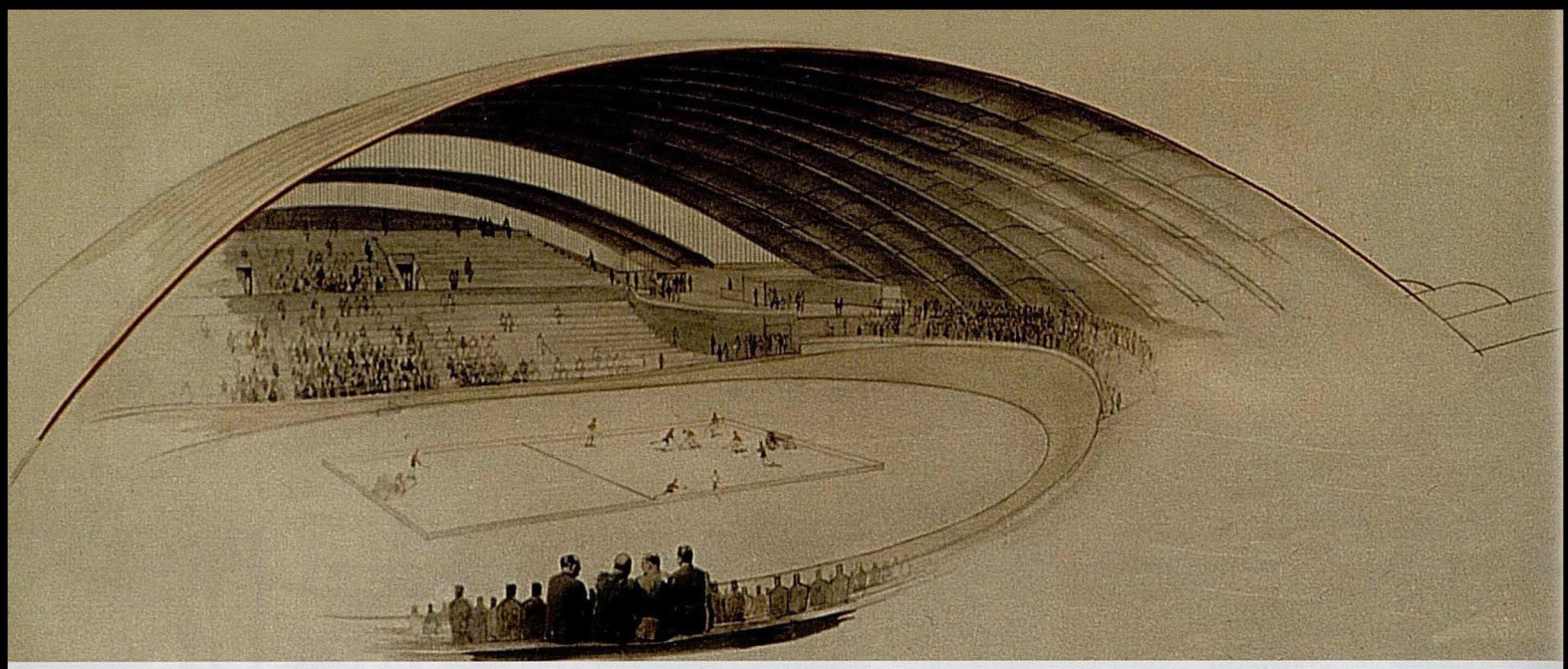


FIGURA 52. PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO, 1961-1975

lidades de construcción eficaz y rápida con estos materiales, y encontró nuevas aplicaciones para el uso de las Estructuras Laminares en los edificios de apoyo de la campaña, construyéndose gran número de cuarteles, depósitos de agua y hangares para aviones. Fue precisamente en esta década cuando se proyectó la que pudo haber sido la más grande cúpula de hormigón armado jamás construida. La proyectó el arquitecto Albert Speer a petición de Adolf Hitler para su nueva ciudad, Welthauptstadt. Se trataba de una cúpula de 290 metros de altura que cubriría el Große Halle.

Para las *Thin Concrete Shells* la década de los años 50 fue la más prolífera de todas [ FIG. 51 ]. A finales de esta década, el desarrollo de las estructuras laminares había alcanzado su máximo apogeo. Sin embargo, no existía a nivel internacional ninguna asociación que aglutinara las experiencias vividas. En efecto, tras la finalización de la Segunda Guerra Mundial en 1945, el desarrollo del hormigón armado y pretensado, así como de las *Thin Concrete Shells*, se vio ampliamente incrementado, no solo por las aportaciones de sus maestros ya consagrados, como Eugène Freyssinet, Ulrich Finsterwalder, Eduardo Torroja, Pier Luigi Nervi, Tedesko, Esquillan y otros muchos, sino también por la incorporación de otros jóvenes profesionales como Eero Saarinen, Heinz Hossdorf, Félix Candela o Heinz Isler, que tuvieron un relevante papel, incrementando las metas alcanzadas con sus muy diferentes aportaciones. Por ello, en aquellos momentos era necesario difundir su conocimiento y reglamentar sus sistemas de cálculo y construcción, produciendo el necesario intercambio de experiencias entre los diferentes países. Con este fin, en el año 1959 Eduardo Torroja fundó la IASS, International Association for Shell Structures, en el seno del Instituto de la Construcción y del Cemento, pero como asociación independiente. Su primer consejo ejecutivo estuvo bajo la presidencia de Eduardo Torroja y contó con: A.L. Palmer (EE UU) y W. Olszak (Polonia) como vicepresidentes, A. Aas Jackobsen (Noruega), A.L.L. Baker (Gran Bretaña), N. Esquillan (Francia), A.M. Haas (Holanda), R.S. Jenkins (Gran Bretaña), K.W. Johansen (Dinamarca), F. Levi (Italia), O.D. Oniashvill (URSS), A. Paduart (Bélgica), H. Rüle (Alemania), W. Zerna (República Federal Alemana) y F. del Pozo (España) como secretario. La sede de la IASS se ubicó en Madrid, y bajo la gran capacidad de convocatoria del insigne Eduardo Torroja se aglutinaron y ordenaron ideas, proyectos y obras en un continuo intercambio de ciencia y tecnología a través de la realización de congresos, seminarios y comités de trabajos específicos, que eran difundidos en el *Bulletin* de la IASS, editado en inglés en Madrid.

## ÚLTIMA ETAPA [ 1960-1975 ]

### LAS CUBIERTAS DE GRANDES LUCES DE SÁNCHEZ DEL RÍO

No fue hasta los primeros años de la década de los 70 cuando Sánchez del Río vio realizado su máximo anhelo, inaugurando sus más esbeltas estructuras laminares de grandes luces, que no solo superaron en tamaño y esbeltez a algunas de las construidas en décadas anteriores, sino que la innovación aportada en ellas fue reconocida y difundida a nivel internacional a través de la IASS.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

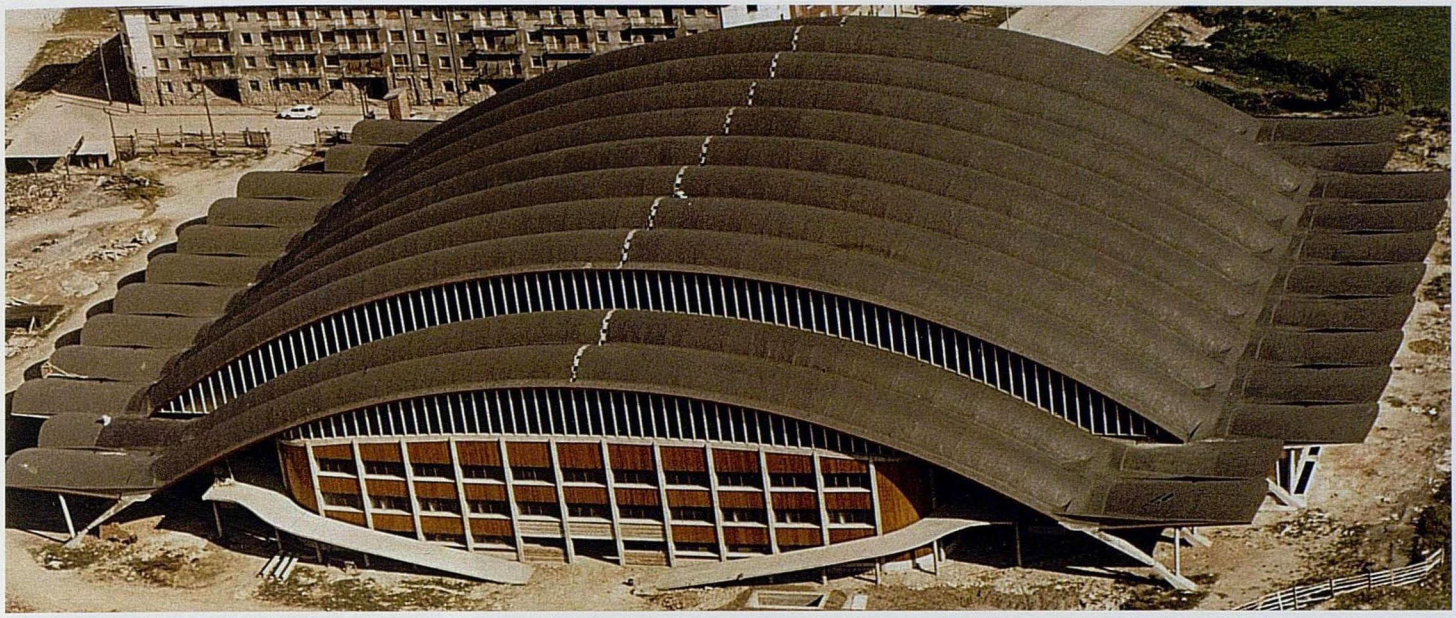


FIGURA 53. PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO, 1972

## PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO [ 1961-1975 ]

El Palacio de Deportes de Oviedo fue sin duda la gran hazaña realizada por Ildefonso Sánchez del Río. No se trata únicamente de la cubierta de mayor tamaño que llegó a construir, y que alcanzó una luz de vano libre de 100 metros, sino también de la culminación de su obra, en la que, de manera magistral, concilió su innovador sistema estructural de cubiertas onduladas con la composición formal del espacio arquitectónico contenido.

Por otra parte, con la construcción de esta cubierta, Ildefonso Sánchez del Río pudo demostrar que su original sistema de diseño y construcción era efectivo para alcanzar grandes luces, gracias a la enorme rigidez que aporta el hecho de "ondular", que ya habían utilizado muchos de los grandes maestros de la "Aventura Laminar", como Freyssinet en sus Hangares de Orly (1923), Nervi en gran parte de su obra, como en la Sala principal de Exposiciones de Turín (1948-1949), o Esquillan en sus Hangares de Marignane (1950-1952) y el ya mencionado CNIT de París (1958), pero que él consiguió a través de su particular e innovador tipo de cubiertas onduladas mixtas (cerámica-hormigón).

La cubierta del Palacio de Deportes de Oviedo es una cubierta cilíndrica de cañón corrido, que está formada por tres láminas de directriz parabólica, onduladas y biarticuladas. La lámina central está formada por 8 arcos-onda de 7 metros de ancho y 100 metros de luz, que cubren la gran sala de deportes y las tribunas, y las dos láminas laterales, y simétricas, que están formadas por 2 arcos-onda de 7 metros de ancho y 90 metros de luz, articuladas en sus arranques y continuas en su clave. La cubierta cubre una planta sensiblemente cuadrada de 100 x 100 metros de lado, sin apoyos intermedios, dotada de luz natural a través de los lucernarios verticales generados entre la lámina central y las dos laterales, debido a sus diferentes alturas [ FIGS. 52 y 53 ]. La percepción de su espacio interior transmite al espectador su indiscutible grandiosidad y ligereza.

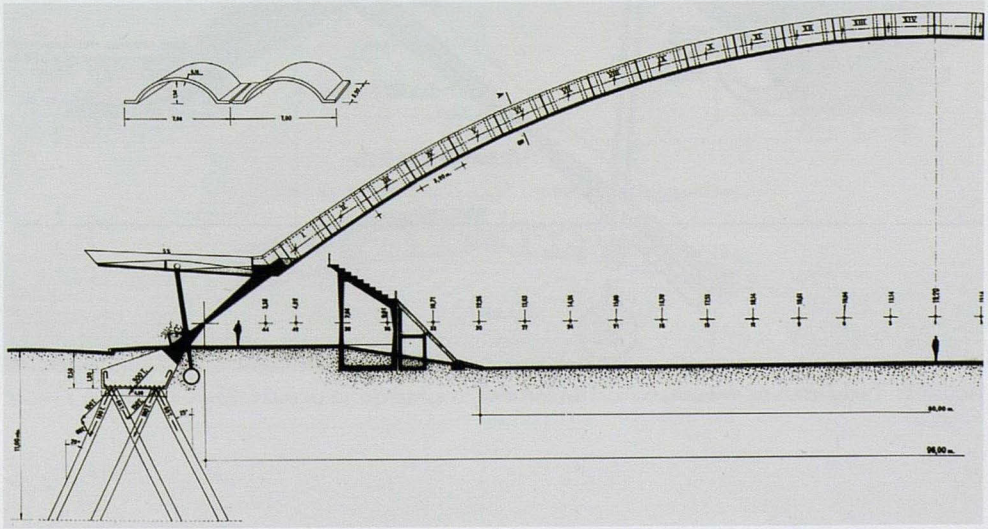


FIGURA 54. PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO, 1972



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

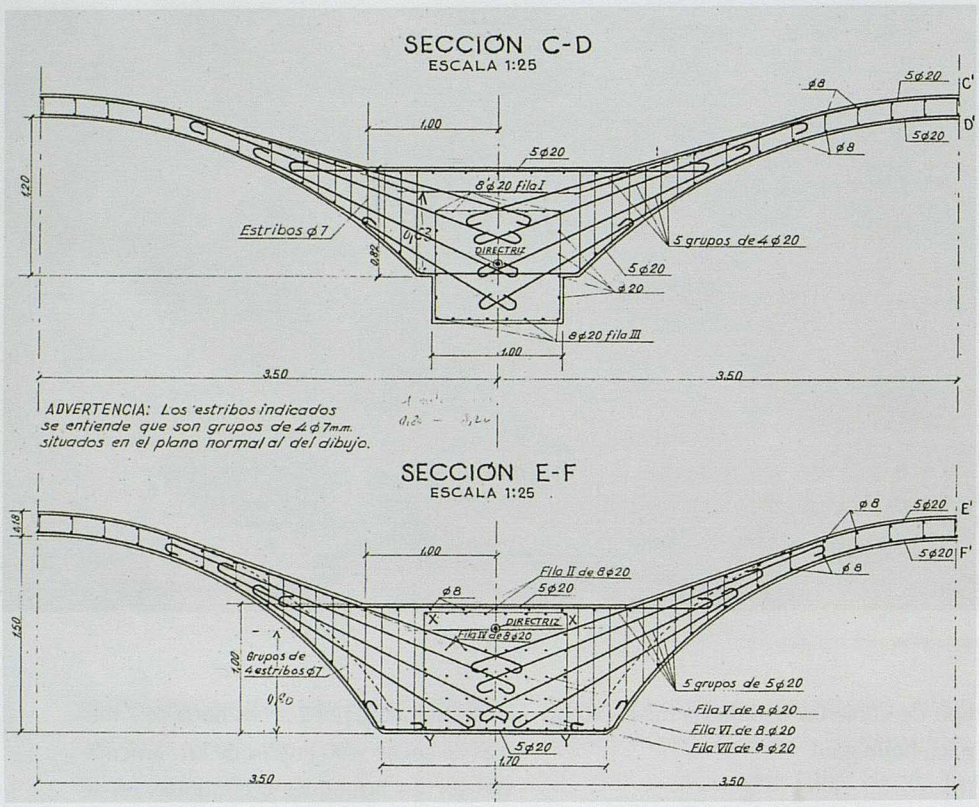



FIGURA 57. ARMADO DE PIEZA APOYO-ONDA

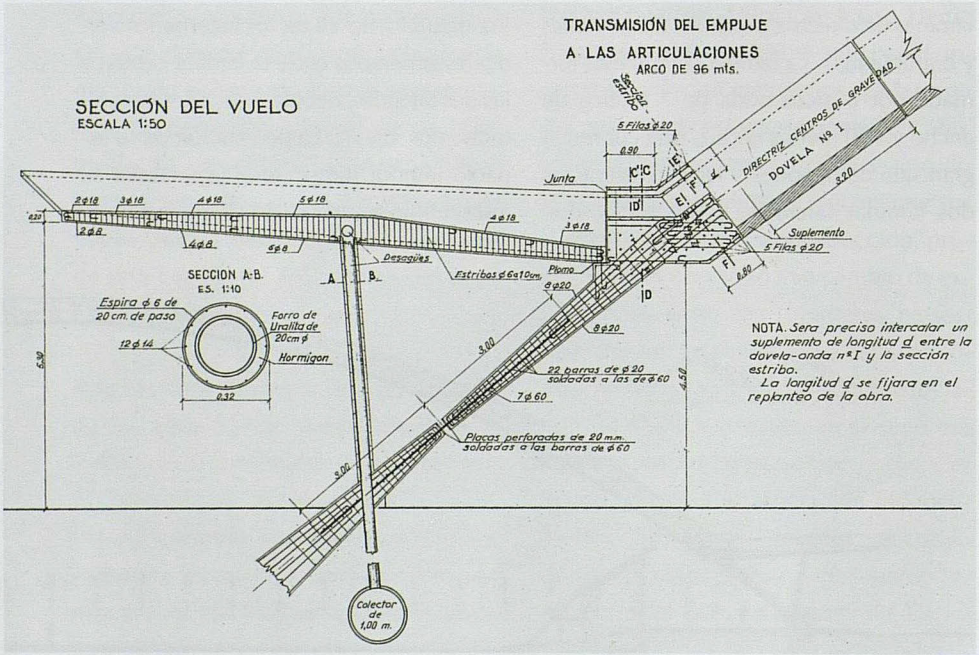



FIGURA 55. ENCUENTRO DE MARQUESINA Y CONTRAFUERTE

Los arcos-onda arrancan sobre la cabeza de los contrafuertes de hormigón armado, a una cota de unos 3 metros sobre el nivel del suelo, y su trazado parabólico es sensiblemente coincidente con el antifunicular de las cargas. Los contrafuertes de hormigón armado adoptan la inclinación de la resultante, y sobre ellos, en su encuentro con el suelo, al igual que hizo en el Mercado de Pola de Siero (1929), Sánchez del Río incrementa el peso, contribuyendo, de alguna manera, a centrar la resultante mediante la inclusión de un pilar en el que apoya la marquesina de borde [ FIG. 54 ]. Esta marquesina no produce empujes por desarrollarse sobre un plano horizontal, y no forma parte del arco-onda, aunque cuenta con su mismo ancho de 7 metros, dándole continuidad visual a la modulada percepción del conjunto de la cubierta [ FIG. 53 ]. Una original versión de la función estructural de los pináculos pétreos de las catedrales góticas.

Por otra parte, este pilar que soporta el peso de la marquesina, cumple también la función de albergar la bajante de las aguas pluviales de la cubierta. Una interesante solución, realizada por Sánchez del Río mediante un pilar circular de hormigón armado que es hueco [ FIG. 55 ], y en cuyo interior coloca un tubo de fibrocemento que conecta directamente con las arquetas de la red de saneamiento del edificio. La razón de la inclinación de este pilar parece ser el simple hecho de no interferir en la cimentación de los contrafuertes, que se ubican en su misma vertical [ FIGS. 54 y 55 ].

La cimentación está formada por zapatas de hormigón armado, que fueron proyec-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tadas de tal manera que la resultante de 250 t[45] de cada arco-onda, pasara por su centro de gravedad, y debido a la mala calidad del terreno de cimentación, que son arcillas blandas, fue necesaria la realización de un pilotaje, que se ejecutó hasta una profundidad de 20 metros, y con una inclinación de 25°, para compensar la componente horizontal de la resultante (empuje). Estas específicas características del terreno, muy susceptible a sufrir asientos, fueron también las que hicieron a Sánchez del Río adoptar la solución de articular los arcos-onda en sus arranques y darle continuidad en su clave, dado que las articulaciones transmiten la carga resultante con menores perturbaciones.

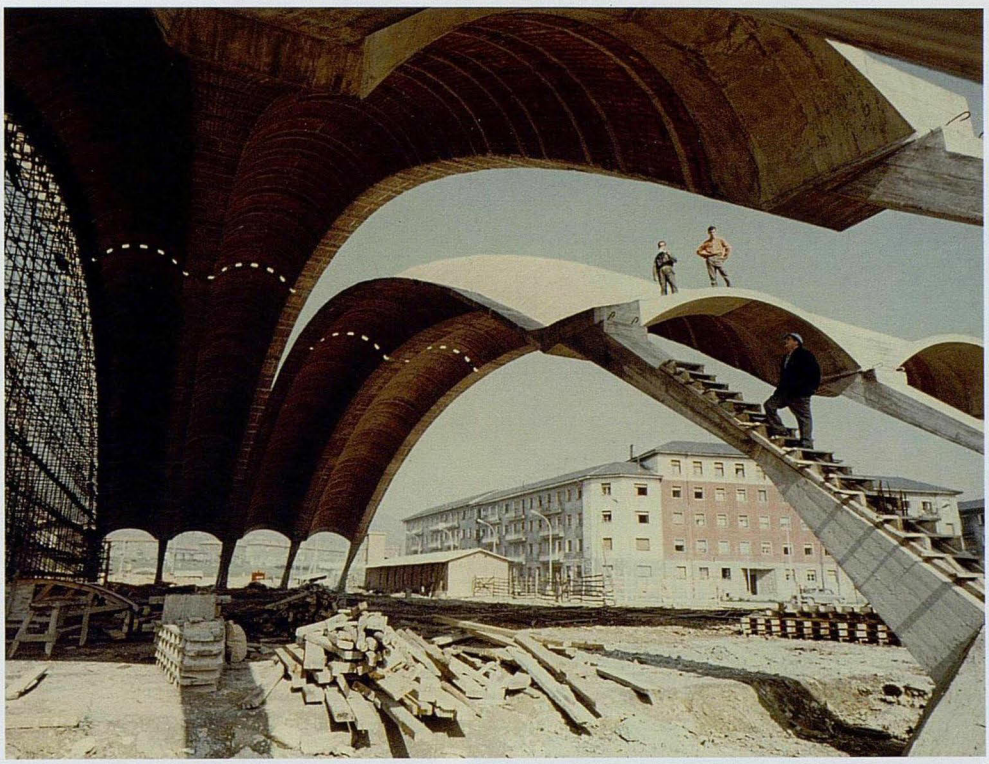


FIGURA 56. APOYO-ONDA. PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO, 1972

Por otra parte, tal y como ya hemos visto, para el adecuado apoyo de los arcos-onda sobre los contrafuertes, Sánchez del Río construye en sus cubiertas onduladas una pieza de transición, ejecutada en hormigón armado, a la que denomina apoyo-onda, que reproduce en su cabeza el borde curvo de la dovela-onda para garantizar su perfecto acoplamiento [ FIGS. 56 y 57 ]. La dovela-onda, célula generadora de esta estructura ondulada, tiene una directriz mixta formada por un arco central y dos pequeños tramos rectos, que permiten el apoyo de la dovela-onda sobre la cimbra. Esta dovela-onda se construye, a pie de obra, con pequeñas piezas cerámicas huecas, patentadas y fabricadas por Sánchez del Río, que a modo de bovedillas de un forjado, se colocan sobre una cimbra de madera siguiendo las generatrices rectas del cañón, y entre dichas piezas cerámicas se dispone la armadura correspondiente a las nervaduras, parte

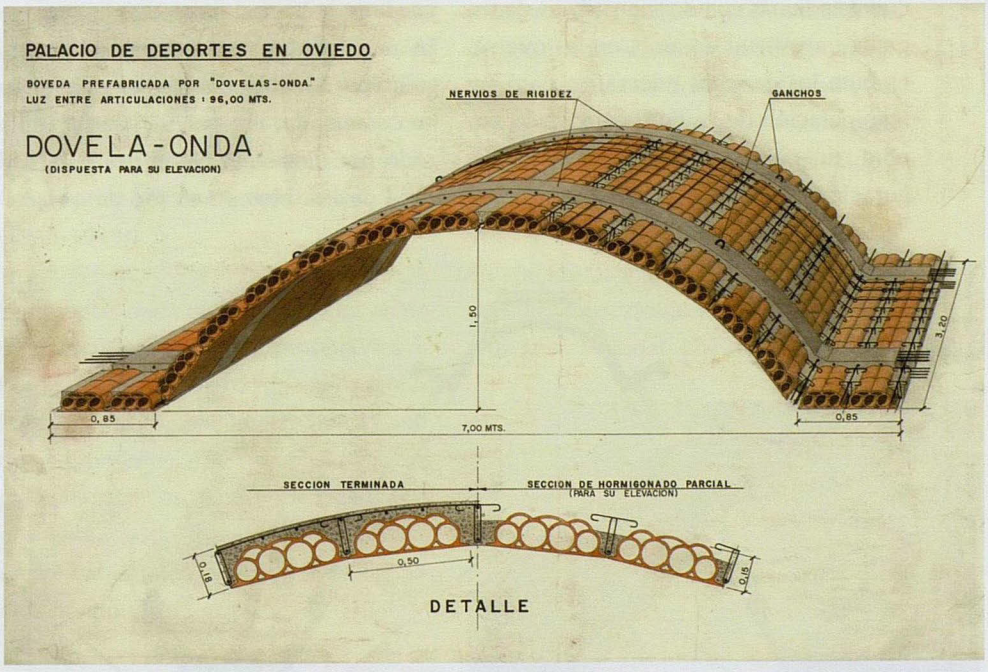



FIGURA 58. DOVELA-ONDA. PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO, 1972



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 59. PRUEBA DE CARGA DE LA DOVELA-ONDA

en espera, que posteriormente son hormigonadas de manera continua formando los arcos-onda de la cubierta, una vez posicionadas sobre la cimbra a 20 metros de altura. La dovela-onda tiene 7 metros de ancho (0,85 de trazado recto en cada uno de sus extremos), 3,20 m de largo y una flecha de 1,50 m. Cada dovela-onda cuenta además con dos nervaduras de rigidez transversal en arco, en las que se embute los ganchos necesarios para su manipulación de izado y colocación en obra [ FIG. 58 ]. Con esta específica configuración constructiva, la dovela-onda cuenta con una gran rigidez, que permite su apoyo en tan solo cuatro puntos, sin necesidad de apoyarlas de manera continua sobre sus dos bordes rectos. Este tipo de apoyo, que fue el realizado sobre la cimbra a 20 metros de altura, es el que se ejecutó para la previa prueba de carga [ FIG. 59 ].

En cuanto al sistema constructivo seguido por Sánchez del Río, tal y como ya he comentado, era muy similar al utilizado por Pier Luigi Nervi desde la década de los años 40. A pie de obra se fabricaban los módulos-onda, que posteriormente eran izados y colocados sobre las cimbras generando la secuencia continua de arcos-onda. Estos módulos contenían en sus bordes las armaduras en espera de las nervaduras de hormigón armado que eran hormigonadas una vez posicionados sobre la cimbras, para darle continuidad a los arcos-onda formados por dichos módulos. También se hormigonaba, de manera continua, una capa superficial de hormigón armado de escasos centímetros en el extradós de la superficie laminar. De esta manera, la lámina construida con fragmentos modulares de sus arcos-onda adquiría la continuidad necesaria para garantizar su estabilidad y resistencia. Las diferencias fundamentales entre el sistema de Sánchez del Río y el de Nervi consisten tanto en la forma geométrica de los módulos-onda, como en el hecho de que los módulos de Nervi son de hormigón armado, mientras que los de Sánchez del Río son de cerámica aligerada con nervaduras de hormigón armado. La geometría de las piezas-onda de hormigón armado prefabricadas por Nervi cuenta con una mayor flecha en relación a su amplitud de vano, hecho que aporta mayor rigidez a la superficie laminar resultante, permitiendo además la fácil perforación de su piel para la inclusión de lucernarios, ya que las nervaduras están posicionadas en la clave y valles de la pieza. Una característica plástica que confirió a la obra de Nervi una indudable relevancia, no solo estructural sino también formal, en la que la luz natural se convierte en un elemento fundamental de la configuración del espacio arquitectónico [ FIG. 60 ].

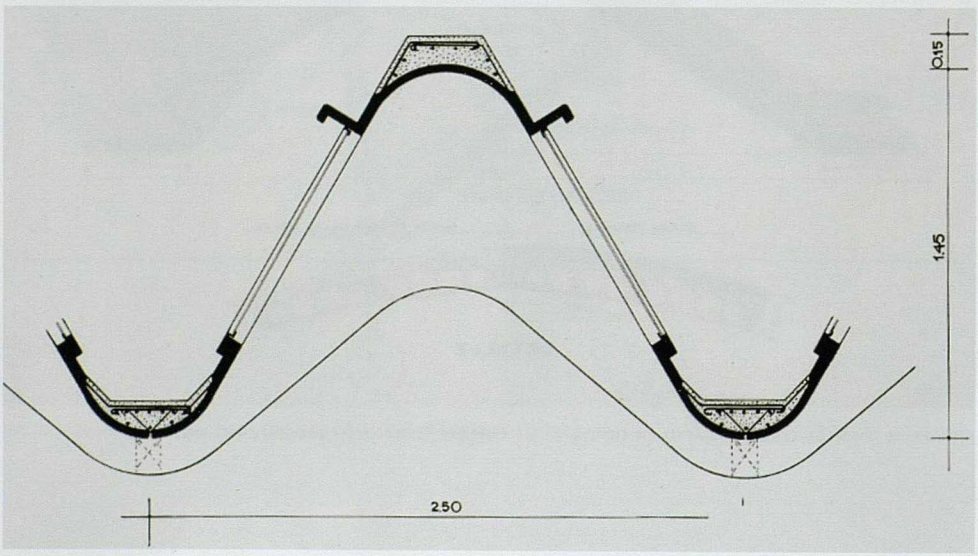



FIGURA 60. MÓDULO ONDULADO. SALA DE EXPOSICIONES DE TURÍN. PIER LUIGI NERVI, 1948-1949



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 63. INTERIOR DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO DURANTE SU CONSTRUCCIÓN



FIGURA 62. IZADO Y POSICIONADO DE LAS DOVELAS-ONDA

La construcción del Palacio de Deportes de Oviedo, al igual que la del resto de las cubiertas onduladas de Sánchez del Río, se inició con la ejecución de la cimentación, seguida de los contrafuertes y piezas apoyo-onda, ejecutadas también en hormigón armado. Los esbeltos contrafuertes inclinados cobraron un especial protagonismo a través de las articulaciones ubicadas en los arranques de los arcos-ondas, dado que Sánchez del Río decidió dejarlos a la vista cubriéndolos con piezas de vidrio transparente [ FIG. 61 ]. Una imagen que formó parte de las seleccionadas por Ildefonso Sánchez del Río y el arquitecto autor del proyecto, Florencio Muñiz Uribe, para difundir el nuevo espacio diseñado para Oviedo.

Seguidamente se colocaban las cimbras de apoyo de los arcos-onda, y se iban izando y colocando sobre ellas las diferentes dovelas-onda de cada arco-onda [ FIG. 62 ], de manera similar a como, muchos años antes, hiciera Pier Luigi Nervi con sus piezas modulares de hormigón armado, prefabricadas también a pie de obra, sistema que utilizó en la construcción de la mayor parte de sus grandes cubiertas laminares onduladas, como la de la Sala principal de Exposiciones de Turín (1948-1949).

Las dovelas-onda de la clave de los arcos-onda estaban dotadas de unos nervios de borde de hormigón armado en los que se había realizado previamente un cajeado, que posteriormente serviría para alojar los gatos hidráulicos, para poder realizar el descimbrado de los arcos, que previamente habían sido hormigonados de manera continua [ FIG. 63, 64 y 65 ].

Es curioso observar cómo se optimiza el proceso de construcción, no solo a través del uso de las dovelas-onda, que evitan la utilización de laboriosos y costosos encofrados de madera, sino que además se optimiza la necesidad de contar con numerosos medios auxiliares. Los contrafuertes de la cubierta, ahora convertidos en esbeltas tornapuntas de hormigón armado, sirven de base para colocar las escaleras de acceso para proceder al hormigonado y descimbrado de los arcos-onda [ FIG. 56 ].

En efecto, tal y como ya he referido repetidas veces, desde el inicio de su actividad profesional en 1922, Ildefonso



FIGURA 61. ARTICULACIÓN DEL ARRANQUE DE LOS ARCOS-ONDA



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 65. EXTRADÓS DE LOS ARCOS-ONDA HORMIGONADOS

Sánchez del Río tenía el claro objetivo de llegar a construir cubiertas de hormigón armado de grandes luces. Durante más de 40 años desarrolló, de manera incansable, muy diferentes patentes de elementos y sistemas constructivos, que paulatinamente le permitieron aligerar el peso de su cubiertas y racionalizar sus procesos de construcción. Finalmente, como producto de su ingenio y afán, Sánchez del Río pudo construir esta gran cubierta, en la que, de manera magistral, consolidó los avances que ya había alcanzado, pasando de sus primitivas "bóvedas nervadas" a las "láminas onduladas", y de un sistema de contrarresto formado por la secuencia continua de gruesos contrafuertes de piedra, a unas esbeltas tornapuntas inclinadas en la dirección de la resultante, alcanzando casi el máximo tamaño jamás construido en una cubierta de cañón corrido. Cuando Sánchez del Río inicia en 1961 el proyecto de la cubierta del Palacio de Deportes de Oviedo, ya existían varios precedentes de cubiertas onduladas de cañón cilíndrico, como la proyectada en el año 1950 por August Perret y Nicolas Esquillan, que fue construida por la empresa de Simon Boussiron[46] [ FIGS. 66 y 67 ]. Se trata de los Hangares de Marignane, que se proyectaron con una cubierta laminar de cañón corrido, ondulada, que cubre una luz de vano libre de 101,50 metros con tan solo 6 cm de espesor de hormigón armado, y cuyo contrarresto se ejecuta mediante pretensado. Su proceso de construcción también fue pionero en su momento, y consistió en la ejecución de las láminas en el suelo, que posteriormente fueron elevadas a su posición definitiva. Otro precedente de cubierta laminar de tipo cañón corrido ondulado fue la ya mencionada Sala principal de Exposiciones de Turín proyectada por Pier Luigi Nervi (1948-1949), que cuenta con una luz de vano de 95,00 metros.



FIGURA 64. DESCIMBRADO DE LOS ARCOS-ONDA MEDIANTE GATOS HIDRÁULICOS

Para poder discernir con mayor rigor sobre las aportaciones formales y tecnológicas de cada una de estas tres grandes cubiertas, es necesario recordar los medios materiales y sistemas de diseño y construcción en los que cada una de ellas se basaron. En primer lugar, las tres



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

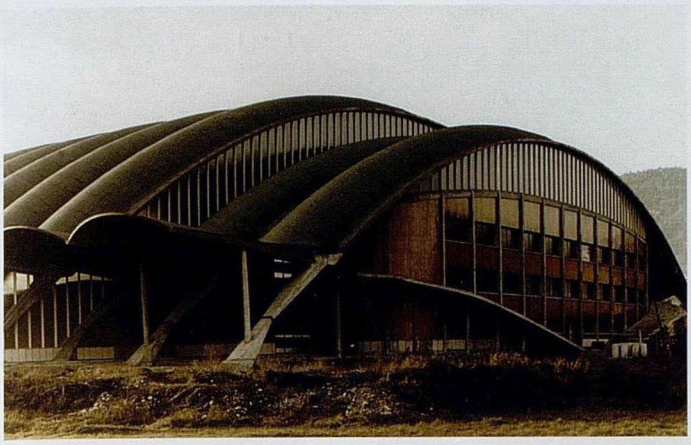


FIGURA 66. PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO, 1961-1975

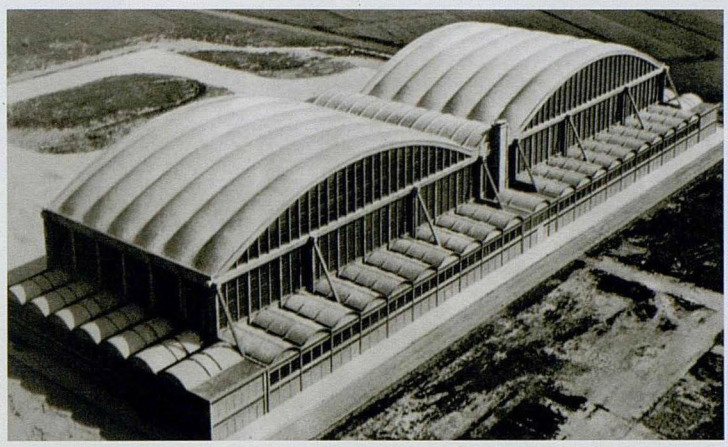


FIGURA 67. HANGAR PARA AVIONES. MARIGNANE, 1950-1952. AUGUST PERRET Y NICOLAS ESQUILLAN

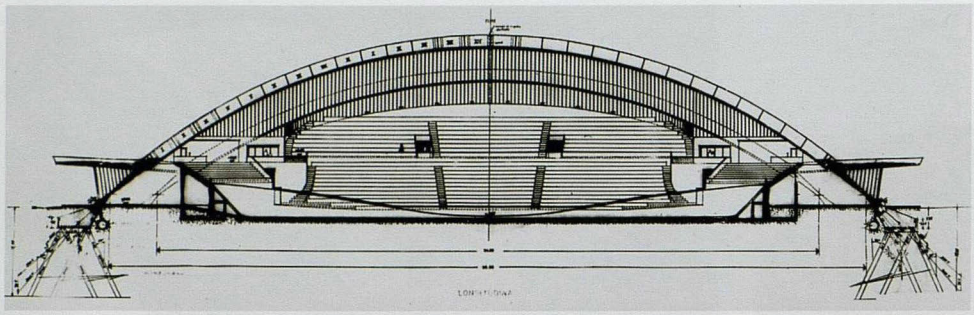
cubiertas responden a la misma tipología laminar en cuanto a su forma geométrica y tamaño se refiere, hecho que permite su análisis comparativo en referencia a su funcionamiento estructural. Por otra parte, todas ellas fueron proyectadas con el común y plural objetivo de alcanzar la modernidad de su imagen formal, optimizar la forma resistente y racionalizar su proceso de construcción. Un objetivo compartido a nivel internacional durante la que he denominado "Aventura Laminar de la Arquitectura Moderna". Pero mientras que tanto Esquillan como Nervi utilizan el hormigón armado en la construcción de estas cubiertas, tratando de alcanzar la máxima esbeltez estructural de sus láminas, Sánchez del Río utiliza piezas cerámicas aligeradas y hormigón armado, y se autolimita la máxima esbeltez laminar de sus cubiertas, defendiendo el hecho de que es necesario contar con un mínimo espesor de las piezas cerámicas aligeradas para garantizar el necesario aislamiento térmico del espacio arquitectónico cubierto.

Por esta razón, únicamente en el caso de los paraguas del Mercado de Ganado de Pola de Siero, otra de sus últimas obras (1971-1972), dado que se trataba de marquesinas ubicadas en el exterior, sí decidió construirlas como láminas nervadas de hormigón armado de tan solo 3,5 cm de espesor sin piezas cerámicas aligeradas. Respecto a la utilización de piezas cerámicas como encofrado perdido, en este caso colaborante en la función estructural, era una racional solución adecuada a la demanda del mercado español, en el cual la utilización de encofrados de madera o incluso de piezas prefabricadas de hormigón armado, resultaba mucho más costosa. A este respecto es necesario recordar cómo los grandes maestros que intervinieron en la "Aventura Laminar de la Arquitectura Moderna" adaptaron, en cada momento de la Historia, los sistemas constructivos al estado del mercado de la industria de la construcción de cada lugar específico donde construyeron sus estructuras laminares. Pier Luigi Nervi utilizó en Italia sistemas mixtos, empleando piezas prefabricadas de hormigón armado, ejecutadas a pie de obra, que servían de encofrado colaborante de sus estructuras laminares. Anton Tedesko, en 1934, a su llegada a los Estados Unidos de América, adecuó la patente del sistema Zeiss-D+W a la construcción americana, utilizando el encofrado tradicional del lugar. Y nuestro gran maestro Eduardo Torroja utilizó diferentes tipos de encofrados adaptados a la específica geometría de sus variadas estructuras laminares, y en muchos casos, dado el alto coste de la madera en España, empleó la fábrica de ladrillo como estructura laminar, dada además la gran tradición española, y por ello su conocimiento por parte de los obreros.

Por otra parte, comparando las tres grandes cubiertas anteriormente mencionadas, es indudable la relevante aportación formal y arquitectónica del espacio generado por Sánchez del Río, que no se limita a optimizar una estructura, y convertirse en uno de los récords de tamaño de cubiertas onduladas de cañón corrido, sino que, de manera clara, cada detalle del trazado de su forma resistente está también al servicio de la imagen y percepción del espacio, tanto desde su exterior como desde su potente y sobrecogedor interior. Pese a ello, es también indudable la primacía plástica y estructural de la obra de Nervi, cuya superficie ondulada no solo cuenta con escasos centímetros de espesor, sino que está presidida por la ligereza sensitiva que aporta la integración de la luz natural en el interior del espacio contenido, y la esbeltez de los bordes nervados de sus ondas [ FIGS. 68 y 69 ]. Con independencia de la adecuada geometría de los arcos-onda y dovelas-onda, un aspecto especialmente importante en el diseño estructural y formal de cualquier tipo de cubierta espacial, tal y como señala Ja-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



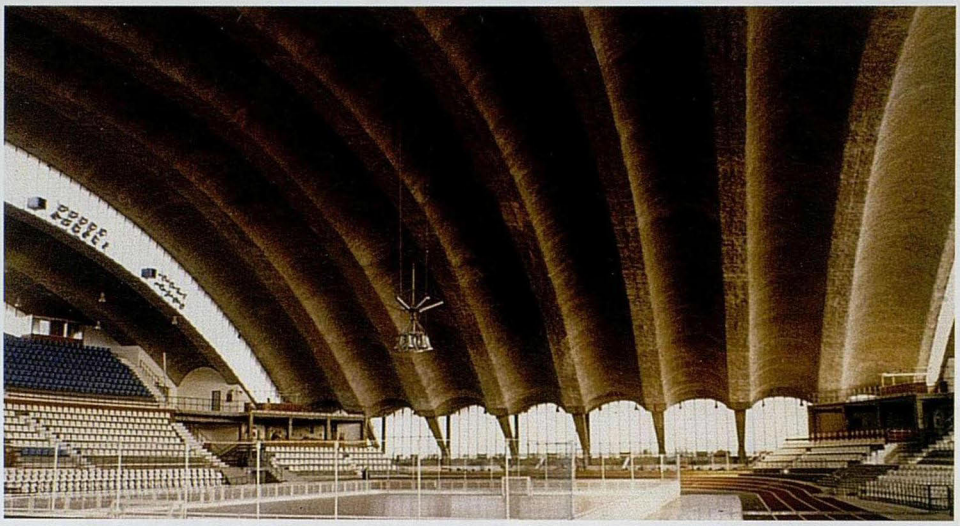
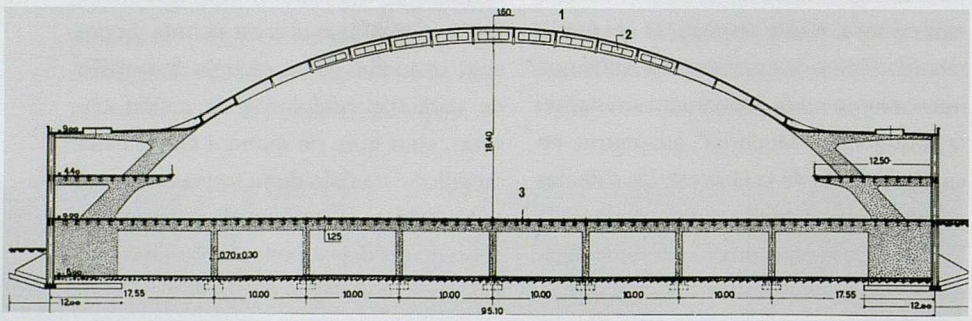


FIGURA 68. PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO, 1961-1975



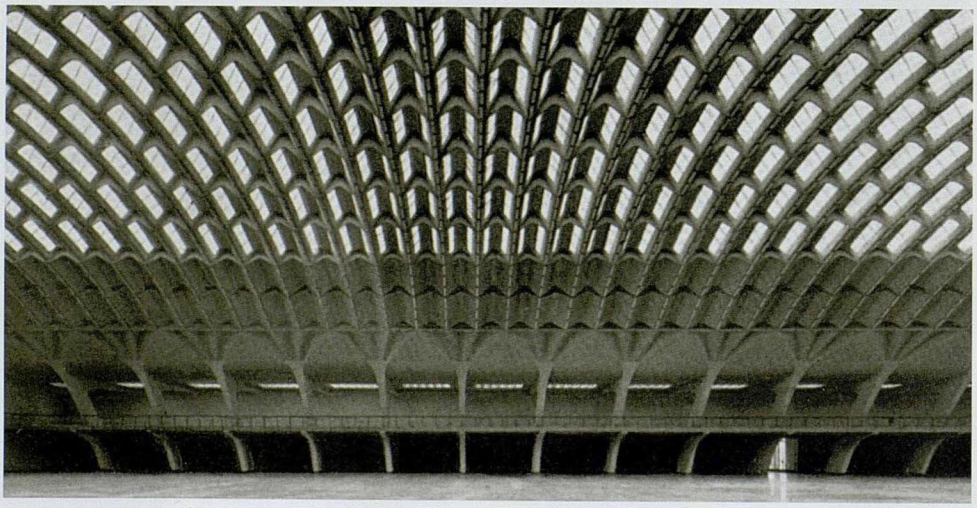



FIGURA 69. SALA DE EXPOSICIONES DEL HALL DE TURÍN, PIER LUIGI NERVI, 1948-1949

vier Manterola[47], es su apoyo y transmisión de cargas hasta el terreno, y, como ya hemos analizado, el apoyo de la cubierta del Palacio de Deportes de Oviedo, no solo está resuelto de manera ingeniosa y adecuada a la específica geometría de la lámina, sino que además, retomando la magistral habilidad demostrada por Nervi en toda su obra, y concretamente en Turín, Sánchez del Río proyecta unos esbeltos contrafuertes de hormigón armado, cuya inclinación coincide con la dirección de la resultante, pese a que, desde el interior, el encuentro de las potentes nervaduras de los bordes de los arcos-onda con los contrafuertes inclinados no alcanza la esbeltez y plasticidad de la obra de Nervi. Pero, sin duda, el Palacio de Deportes de Oviedo, tal y como reconoció la IASS seleccionándolo para ocupar una de las portadas de sus boletines, es también una relevante e innovadora cubierta laminar en la que Ildefonso Sánchez del Río Pisón supo conciliar la concepción formal y resistente en un mismo lenguaje. Algo que no está igualmente resuelto en los Hangares de Marignane, ya que, pese a ser un relevante e indiscutible hito estructural y tecnológico del desarrollo de las cubiertas laminares de hormigón armado, no existe esa conciliación entre la geometría que define el espacio arquitectónico contenido y su forma resistente, apareciendo elementos estructurales, que, como las tornapuntas inclinadas de sus fachadas, distorsionan la percepción de integridad espacial del conjunto del edificio.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

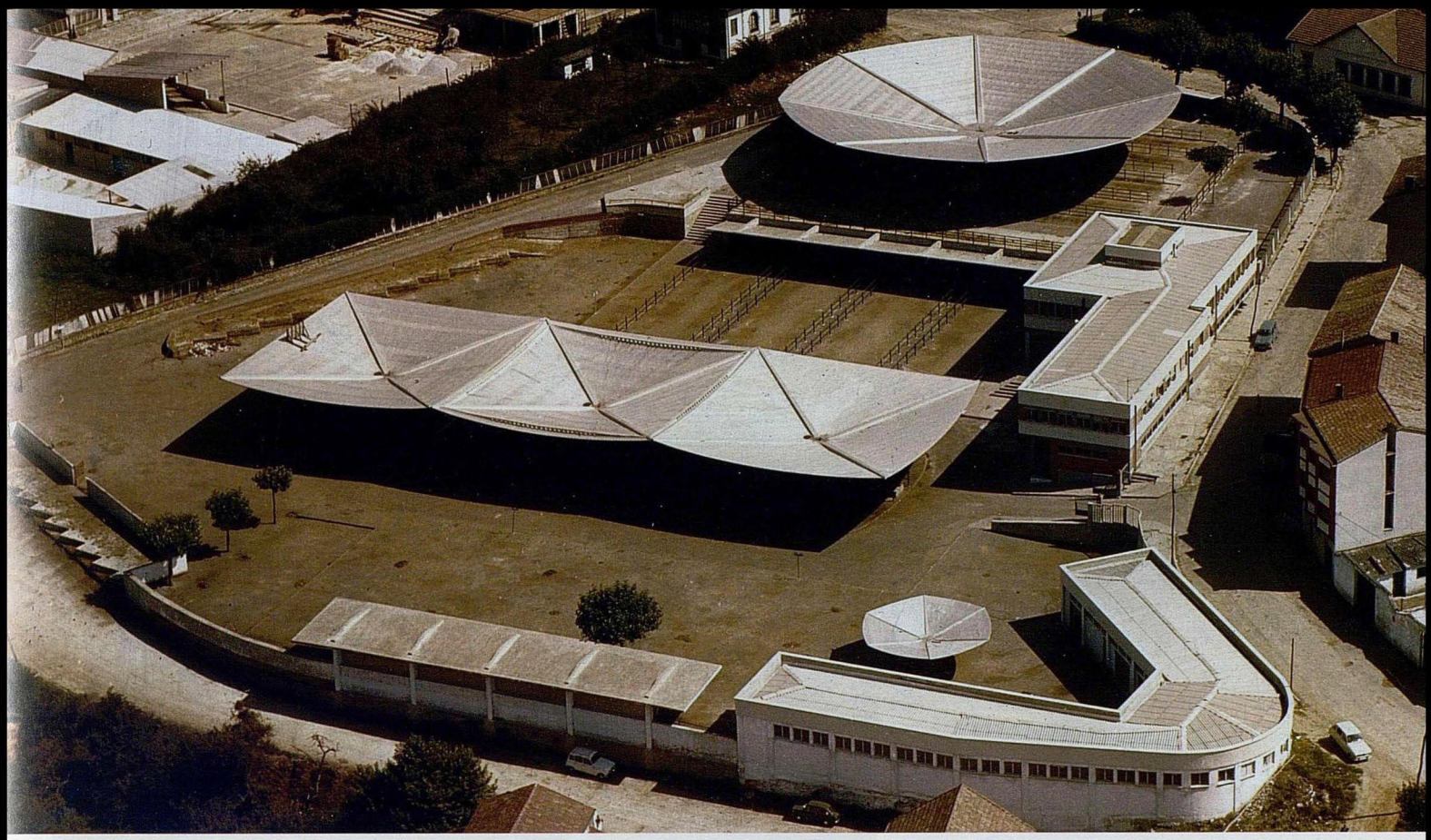


FIGURA 70. MERCADO DE GANADO DE POLA DE SIERO, ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO, 1972

## MERCADO DE GANADO DE POLA DE SIERO

Los paraguas de hormigón armado de Ildefonso Sánchez del Río nacieron en la década de los años veinte como estructuras de entramados de vigas, y en la década de los años setenta se convirtieron en esbeltas "estructuras laminares", superando no solo sus primitivos tamaños (de 8 a 16 metros), sino también el tamaño de todos los paraguas de hormigón armado anteriormente construidos, incluidos los realizados por Giorgio Baroni, en Italia, en la década de los años treinta, o los innumerables paraguas construidos por Félix Candela en México en las décadas de los años 50 y 60 con su empresa Cubiertas Ala. Aunque es importante tener presente que, bajo la misma denominación de "paraguas", se trata de estructuras laminares muy diferentes en cuanto a su forma resistente se refiere. En efecto, los paraguas de Giorgio Baroni respondían a geometrías piramidales de base cuadrada, que a modo de artesas estaban formadas por nervaduras en sus bordes y medios [ FIG. 71 ], la misma geometría referida por Aimond, pero invertida [ FIG. 72 ]; y los famosos paraguas de Félix Candela estaban formados por la macla espacial de cuatro fragmentos de paraboloides hiperbólicos. Ninguno de ellos sobrepasó el tamaño de 30 metros de diámetro, mientras que Sánchez del Río construyó uno de 40 metros en el Mercado de Pola de Siero, con tan solo 3,5 cm de espesor, superando también la esbeltez máxima alcanzada. Aun-

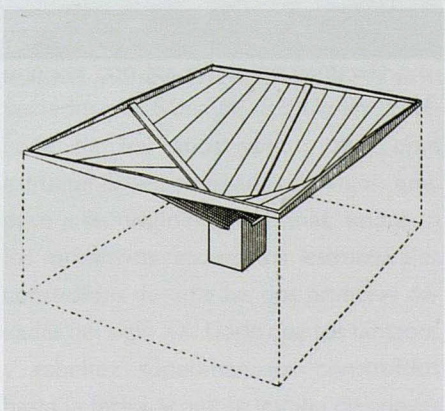


FIGURA 72. ESQUEMA DE PARAGUAS. AIMOND

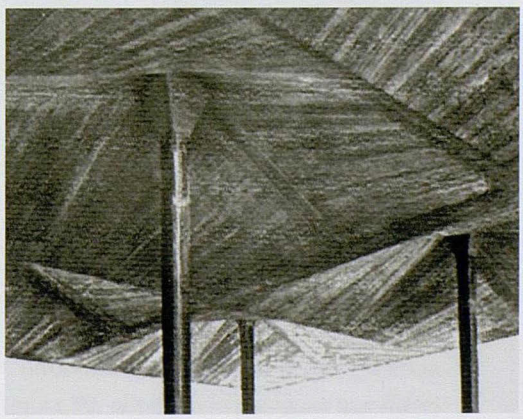


FIGURA 71. ALMACÉN EN TRESIGALLO. GIORGIO BARONI



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

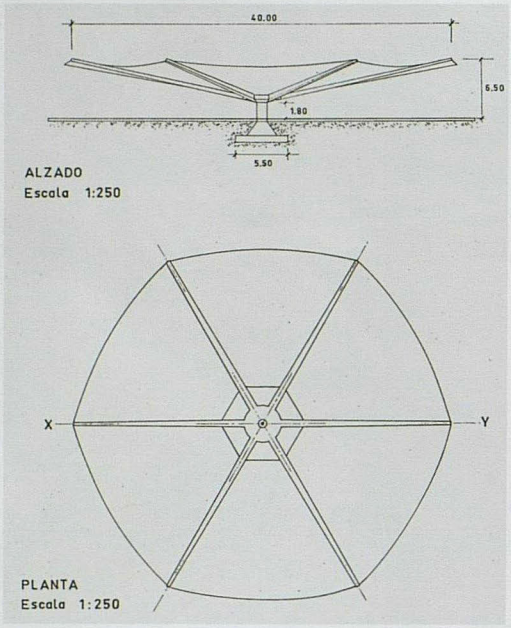



FIGURA 75. PARAGUAS LAMINAR DE PLANTA HEXAGONAL. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN, 1971



FIGURA 74. PRUEBA DE CARGA EN PARAGUAS HEXAGONAL DE 10 METROS DE DIÁMETRO, 1972

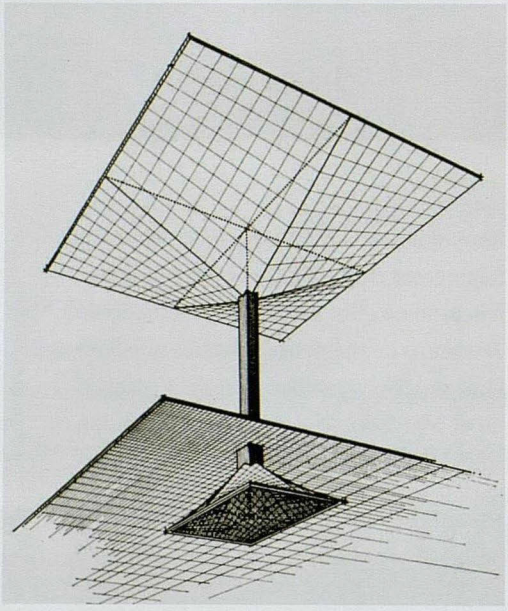


FIGURA 73 A. ESQUEMA DE PARAGUAS. FÉLIX CANDELA

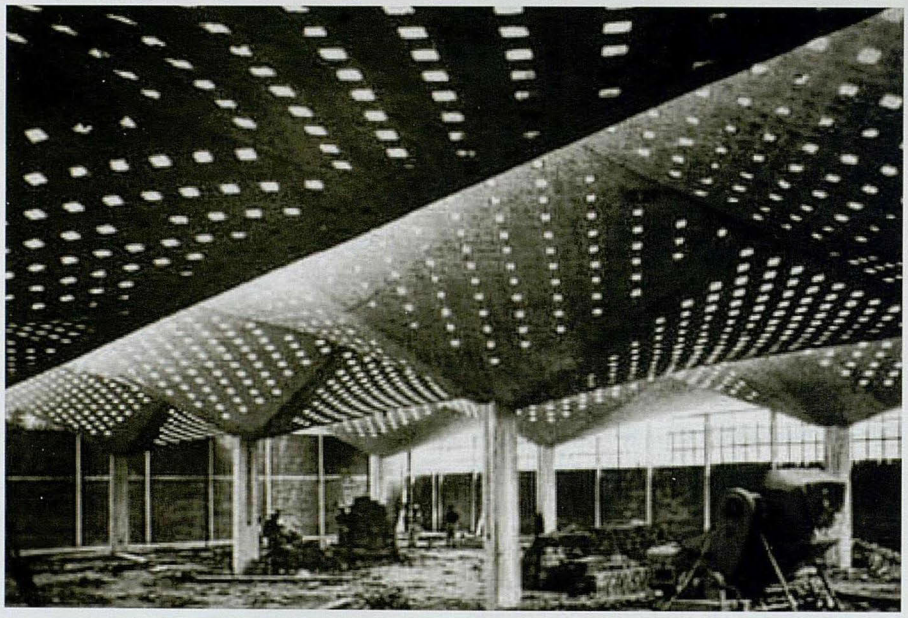


FIGURA 73 B. FÁBRICA TEXTIL HIGH LIFE, COYOACÁN, MÉXICO, FÉLIX CANDELA, 1954-1955



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

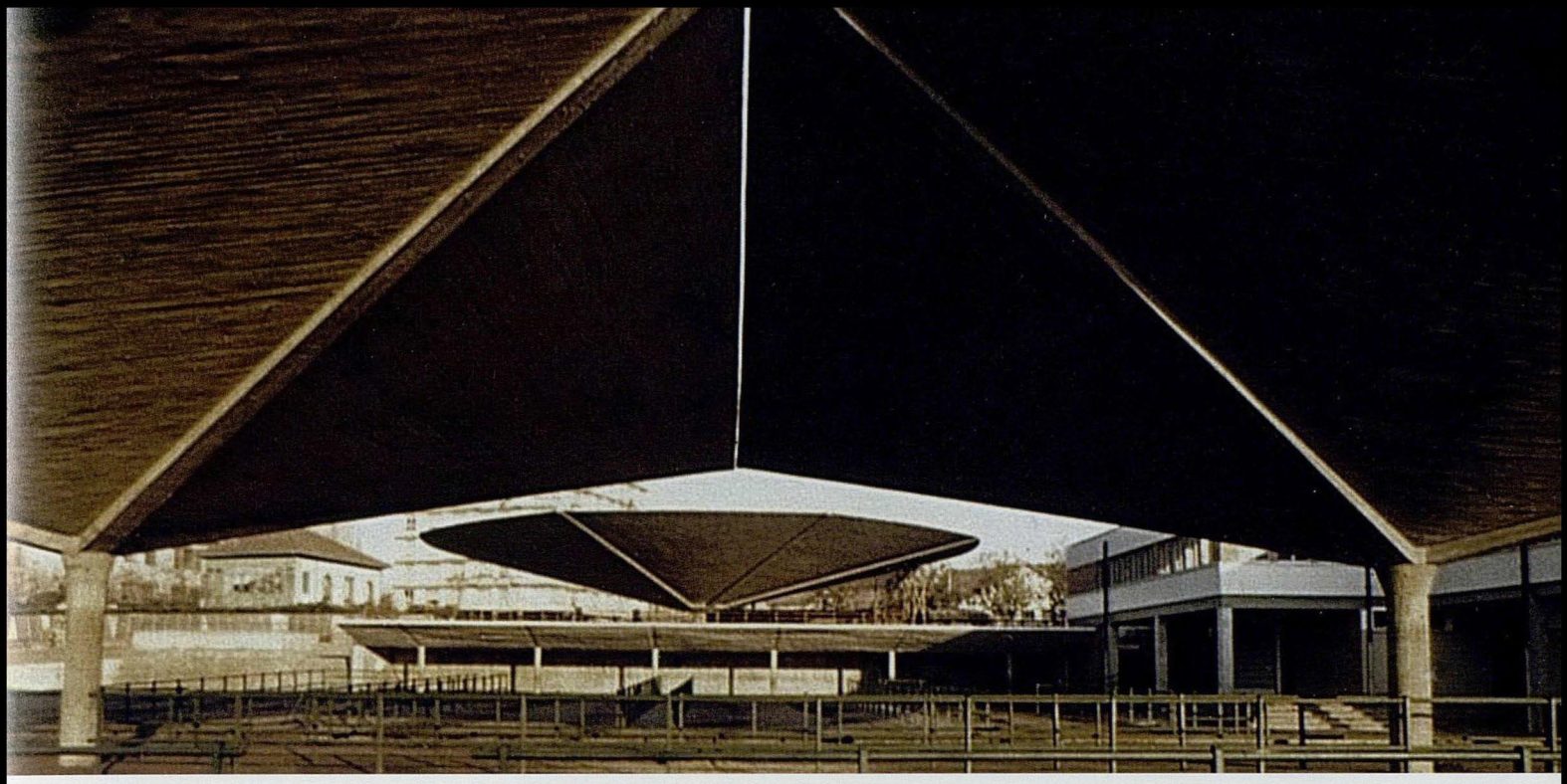


FIGURA 76. PARAGUAS DEL MERCADO DE POLA DE SIERO, 1972

que con independencia del gran tamaño de sus paraguas laminares, es un hecho que Félix Candela fue el protagonista, a nivel internacional, del desarrollo de este tipo de cubiertas y de otros muchos tipos laminares, que generalmente generó mediante la utilización de paraboloides hiperbólicos, por las ventajas estructurales y constructivas que esta geometría reglada y de doble curvatura aporta a la forma resistente de la lámina [ FIG. 73 ].

En el Mercado de Pola de Siero, Sánchez del Río proyectó, en el año 1971, un conjunto de varios paraguas de hormigón armado, de tamaños y geometrías diferentes, que construyó en 1972 [ FIG. 70 ]. La construcción de este proyecto se convirtió, de alguna manera, en el centro experimental de las primeras estructuras laminares construidas por Idelfonso Sánchez del Río utilizando tan solo hormigón armado. En uno de los extremos del solar construyó un pequeño modelo, a escala reducida, del gran paraguas octogonal, que posteriormente construyó en el extremo opuesto, y que cuenta con 40 metros de diámetro, el record de tamaño de un paraguas laminar de hormigón armado jamás construido, cuyo espesor es de tan solo 3,5 cm. Construyó también un conjunto de tres paraguas laminares, desarrollado, cada uno de ellos, sobre planta cuadrada de 20 metros de lado, que fueron ejecutados con el mismo espesor que el paraguas de planta octogonal.

En referencia a su comportamiento estructural, se trata de estructuras laminares en forma de paraguas que nada tienen que ver con los primeros paraguas proyectados por Sánchez del Río en la década de los años veinte, que eran estructuras de entramados de vigas, que, pese a su originalidad formal, imitaban los primitivos esqueletos estructurales construidos durante las dos primeras décadas del siglo XX. Dado que sus tamaños y esbeltez superaban los construidos hasta la fecha, y que se trataba de nuevas formas resistentes, se solicitó al Laboratorio Central de Ensayos de Materiales, entonces dirigido por Florencio del Pozo, antiguo colaborador de Eduardo Torroja, la realización de varias pruebas para comprobar su comportamiento estructural. En primer lugar, se construyó un modelo a escala reducida de ¼ del paraguas de 40 metros de diámetro, que contaba con 10 metros de diámetro, que fue objeto de control especial durante el proceso de su desapeo, midiendo los desplazamientos en 10 puntos y analizando su posible proceso de figuración. Asimismo se realizaron sobre él dos pruebas de carga, una con una carga puntual equivalente a 500 kg, y otra a una carga uniforme en toda la lámina de 70 kg/m$^2$. Las pruebas se realizaron sobre este pequeño modelo a escala reducida debido a que el coste de las mismas sobre el de 40 metros de diámetro hubiera sido mucho más alto.

Curiosamente, tal y como se aprecia en la figura 70, el pequeño paraguas que fue el modelo a escala reducida del paraguas de 40 metros de diámetro, no responde a una



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

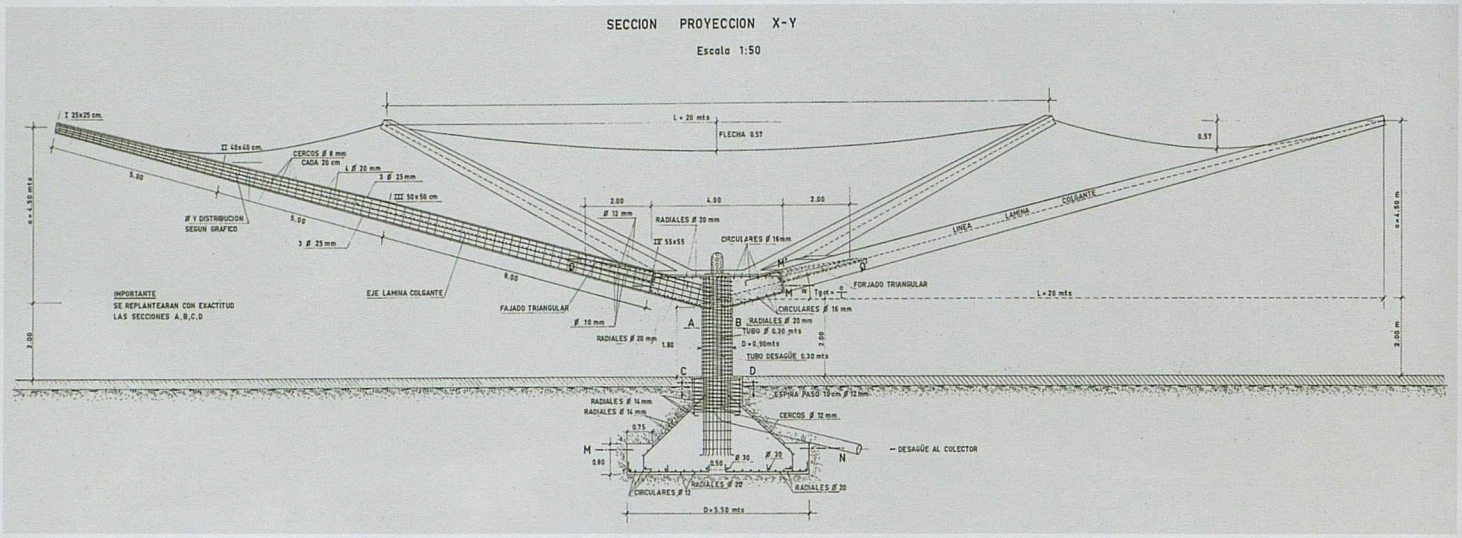



FIGURA 77. SECCIÓN PARAGUAS OCTOGONAL DE 40 METROS DE DIÁMETRO

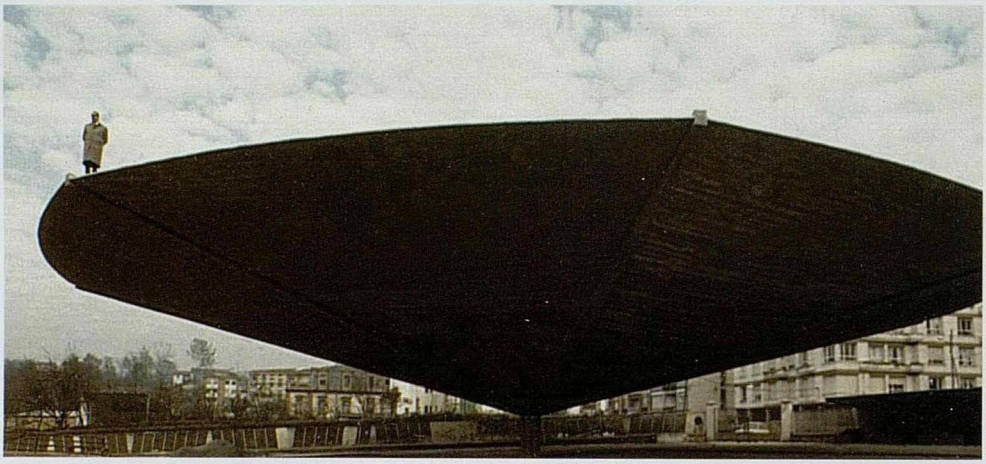


FIGURA 79. INTRADÓS. PARAGUAS OCTOGONAL DE 40 METROS DE DIÁMETRO

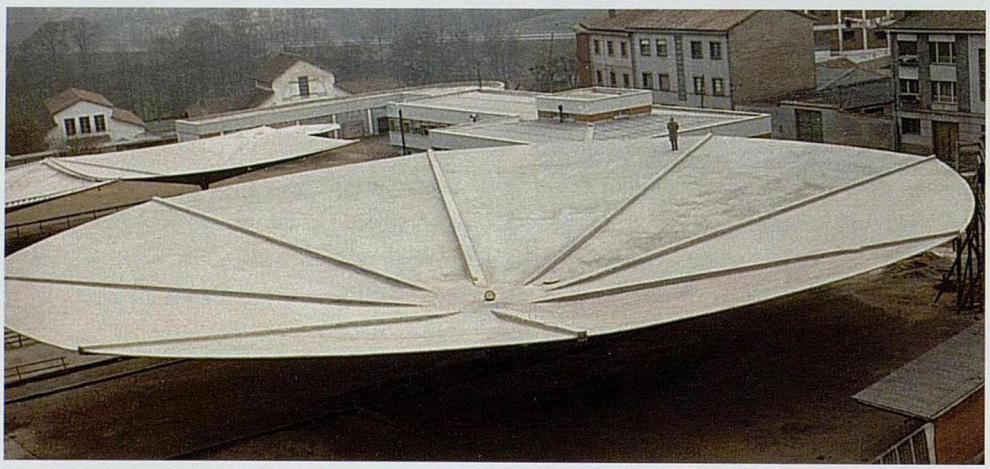


FIGURA 78. EXTRADÓS. PARAGUAS OCTOGONAL DE 40 METROS DE DIÁMETRO

geometría octogonal, sino hexagonal. Aunque no se menciona nada en los documentos encontrados del proyecto de Sánchez del Río, ni en la copia del informe del Laboratorio Central, parece que por alguna razón, e incluso antes de que se realizaran las pruebas de cargas [ FIG. 74 ], Sánchez del Río decidió incrementar la rigidez del paraguas de 40 metros de diámetro, ejecutándolo sobre planta octogonal en lugar de hexagonal, añadiendo así dos nervaduras más en su superficie laminar, hecho que redujo el tamaño de los sectores laminares de tan solo 3,5 cm de espesor e incrementó su rigidez. Los planos del proyecto primitivo de este paraguas, no construido, de planta hexagonal y 40 metros de diámetro están en los archivos de la Fundación Juanelo Turriano [ FIG. 75 ]. Por otra parte, el tamaño del gran paraguas, proyectado inicialmente sobre planta hexagonal y posteriormente construido sobre planta octogonal, no fue aleatorio, sino que, tal y como explicó Sánchez del Río, cubre una superficie de 1.200 m$^2$, que equivale a la histórica medida denominada "un día de bueyes", que es la superficie máxima que se podía arar con dos bueyes en un solo día. Considero que, posiblemente, ésta es la razón por la cual Sánchez del Río prefirió incrementar su ri-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 80. ENCOFRADO DE MADERA DEL PARAGUAS LAMINAR OCTOGONAL

gidez añadiendo nervaduras, en lugar de disminuir su tamaño, dado que entonces hubiera dejado de representar esta característica medida relacionada directamente con el destino del paraguas.

La estructura de este paraguas de hormigón armado está formada por una cubierta laminar nervada, apoyada en un pilar central de diámetro 0,55 metros. Según los planos originales del proyecto inicial, cuando el paraguas era hexagonal, y suponiendo que sus específicos detalles estructurales fueron resueltos de igual manera al ser convertido en octogonal, cada una de las 8 nervaduras de hormigón armado parten del capitel central del pilar, que cuenta además con una cabeza de 4 metros de diámetro. Estas nervaduras son de sección cuadrada variable. En su extremo en voladizo cuentan con una sección de 25 x 25 cm, y adquieren una sección de 55 x 55 cm al penetrar en la cabeza de 4 metros de diámetro del capitel del pilar, que está embutida en la superficie laminar. En la sección media de estas nervaduras se cuelga una lámina de hormigón armado de 3,5 cm de espesor, que une cada dos nervaduras consecutivas, generándose así la superficie total de la cubierta laminar [ FIGS. 76, 77, 78 y 79 ].

Otra de las diferencias fundamentales que existen entre los paraguas de Sánchez del Río y los de Félix Candela es que los primeros cuentan con nervaduras de canto, mientras que en los de Félix Candela las nervaduras están embutidas en el espesor de la lámina, generando superficies espaciales continuas. Pero es importante resaltar que no se trata únicamente de una diferente imagen, sino que ésta responde a toda una filosofía de diseño estructural diferente en ambos autores. Tal y como ya hemos analizado, Sánchez del Río, al igual que en todas sus cubiertas, parte del diseño de las nervaduras, haciéndolas protagonistas indudables de la generación de la "forma". Como hemos visto, es de las nervaduras de las que cuelga los diferentes elementos laminares de hormigón armado que cierran la superficie. Las nervaduras fragmentan la superficie de las cubiertas laminares de Sánchez del Río, mientras que Félix Candela basó precisamente su método de diseño estructural en la eliminación de nervaduras y zunchos de canto, proyectando superficies continuas de doble curvatura. Lo que sí es coincidente en ambos autores es el hecho de que cada

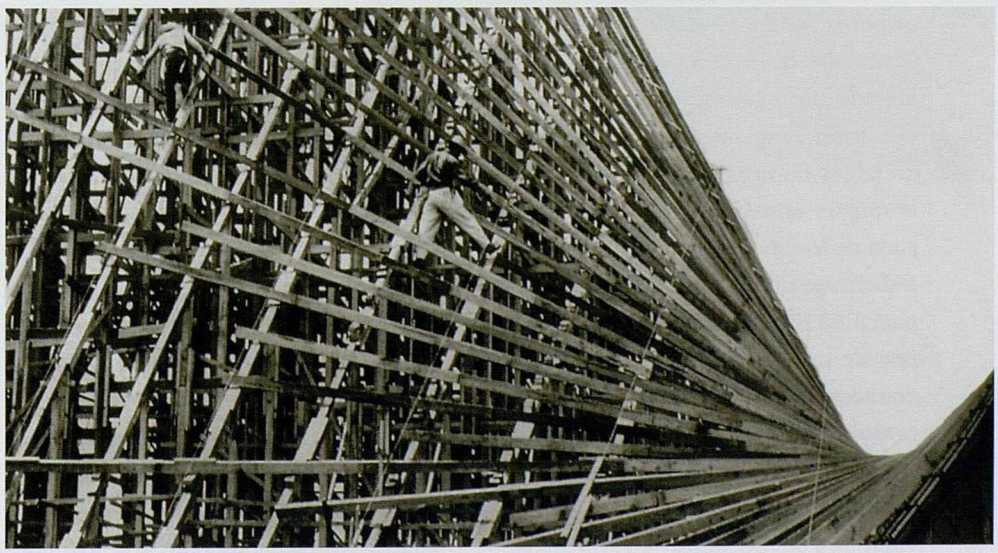


FIGURA 81. ENCOFRADO DE LA CAPILLA DE CUERNAVACA, MÉXICO. FÉLIX CANDELA, 1957-1958



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

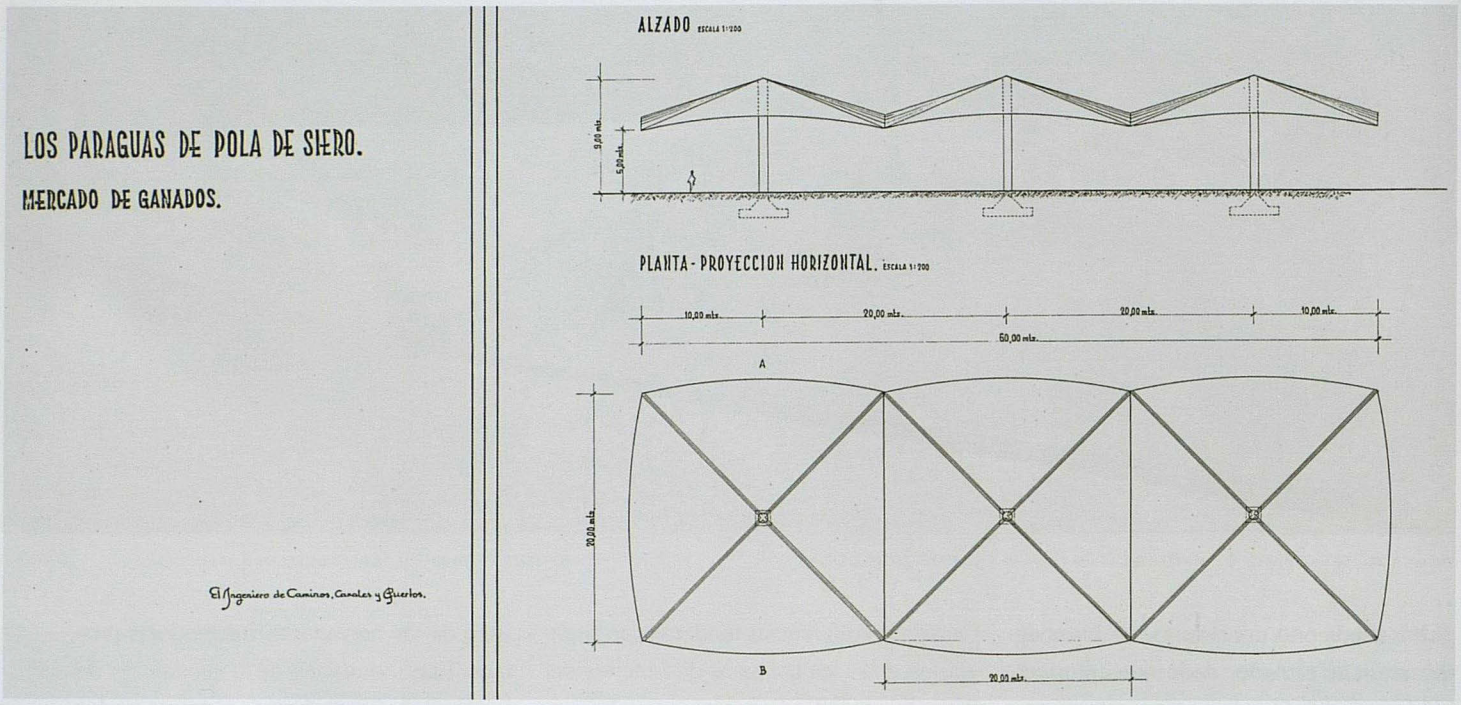



FIGURA 82. PARAGUAS PARA EL MERCADO DE GANADO DE POLA DE SIERO. PROYECTADOS Y NO CONSTRUIDOS

paraguas es un módulo independiente, estable por sí mismo, sin la necesidad de ser arriostrado por los adyacentes. En la imagen de la figura 76, se aprecia la fina línea de luz que separa dos de los paraguas de planta cuadrada de 20 metros de lado.

La geometría de los paños laminares colgados responde a sectores circulares cuya curvatura permitió que el encofrado se ejecutara a tabla corrida según arcos muy rebajados, fáciles de colocar debido a la flexibilidad de la madera utilizada [ FIG. 80 ], aunque sin duda de menor facilidad de ejecución y replanteo que los encofrados de tablas de madera de los paraguas de hormigón armado construidos en la década de los años 50 por Félix Candela en México, ya que se trataba de la macla espacial de paraboloides hiperbólicos, que por ser superficies regladas permiten encofrados de tablas rectas siguiendo sus generatrices [ FIG. 81 ].

El conjunto de los otros paraguas del Mercado de Pola de Siero, se construyó con tres módulos de planta cuadrada de 20 metros de lado. La estructura de estos tres paraguas sigue también el mismo sistema anteriormente referido, consistente en la ejecución de un pilar central del que parten, en este caso, 4 nervaduras diagonales, que aparecen en sus vértices con una sección cuadrada de 20 x 20 cm, que aumenta hasta una sección de 40 x 40 en su encuentro con el capitel del pilar circular central. De estas nervaduras se cuelgan los plementos laminares de 3,5 cm de espesor. Al igual que en el caso del paraguas de 40 metros de diámetro, el Laboratorio Central de Materiales realizó en estos paraguas de 20 metros de lado las mismas pruebas de carga anteriormente mencionadas, así como el control de flechas y posible figuración durante su desapeo.

Estos paraguas son las únicas estructuras laminares construidas por Sánchez del Río utilizando solamente hormigón armado, ya que las cubiertas de sus primitivos depósitos de agua, como el IV Depósito de Oviedo, aunque están construidos únicamente con hormigón armado, no se trata de estructuras laminares sino de cañones circulares cuyo esqueleto estructural está formado por una secuencia continua de arcos autoportantes, que ocupan la mayor parte de la superficie total de la cubierta. Por otra parte, sus cubiertas onduladas, tal y como hemos visto, se construyen con dovelas-onda ejecutadas con piezas cerámicas aligeradas, hecho que Sánchez del Río defendió por considerar que no solo le permitían diseñar estructuras laminares de gran esbeltez y tamaño, sino que además la existencia de piezas cerámicas aligeradas aportaba aislamiento térmico a las cubiertas. Es de suponer que Sánchez del Río eliminó en este proyecto la utilización de piezas cerámicas debido al uso de sus paraguas en este Mercado de Ganado, ya que tan solo servían como grandes paraguas exteriores para cobijo del ganado.

Sin embargo, la decisión de utilizar únicamente hormigón armado en la construcción de estos paraguas no partió desde el inicio, ya que existen unos planos[48], que están desarrollados a nivel de proyecto de ejecución por Idelfonso Sán-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

chez del Río, en los que, bajo el rótulo de "Paraguas del Mercado de Pola de Siero", aparece un grupo de tres paraguas de planta cuadrada de 20 metros de lado, pero que en lugar de ser invertidos, están en posición cóncava, y que al igual que los paraguas proyectados por Sánchez del Río en los años veinte y treinta, en lugar de tratarse de esbeltas estructuras laminares, son paraguas de esqueleto de vigas con plementos aligerados mediante forjados cerámicos [ FIG. 82 ].

En cualquier caso, lo más relevante de este Mercado de Ganado de Pola de Siero es que Ildefonso Sánchez del Río decidió dar el gran paso en sus cubiertas tipo paraguas, optando por construir un variado conjunto de *paraguas laminares de hormigón armado*, aunque lamentablemente fueron demolidos en su gran mayoría. Actualmente el único que permanece es el de 40 metros de diámetro, que está pendiente de ser restaurado.

Sin duda las dos últimas obras de Sánchez del Río –el Palacio de los Deportes de Oviedo y los Paraguas del Mercado de Pola de Siero– culminaron su máximo anhelo, *la construcción de cubiertas de hormigón armado de grandes luces*. Con ellas consagró su prestigio internacional y reconocimiento, porque no solo su tamaño fue innovador, sino, también, su aportación formal y tecnológica. La International Association for Shell Structures, IASS, no solo difundió su obra, al igual que hizo el Instituto de la Construcción y la Edificación desde el año 1935, sino que además, dada la indudable relevancia internacional de sus dos últimas estructuras laminares, la IASS seleccionó una imagen de cada una de ellas para ocupar las portadas de dos de su boletines, que como práctica habitual recogían fotografías de las innovaciones más destacables. La obra del Palacio de los Deportes de Oviedo fue seleccionada para que ocupara la portada del número 37 de su boletín (marzo 1969), y posteriormente seleccionó otra imagen de los paraguas del Mercado de Pola de Siero para su portada del boletín nº 49 [ FIG. 83 ].

Durante la década de los años 60, tras la fundación de IASS en 1959, las *Thin Concrete Shells* fueron ampliamente difundidas, normadas y debatidas, extendiéndose su uso de manera masiva. Ildefonso Sánchez del Río, al igual que todos los que se involucraron directamente en la construcción de esta historia, estuvo en contacto con la IASS y participó en sus jornadas, congresos y coloquios. A finales de los años 60, el protagonismo internacional de las *Thin Concrete Shells* se había empezado a desvanecer. Su lugar lo ocuparon nuevos tipos de estructuras ligeras metálicas, incorporándose también, de forma paulatina, otras estructuras espaciales ejecutadas con nuevos materiales, como el plástico y el vidrio. No en vano, fue precisamente en el año 1969 cuando la International Association for Shell Structures decidió cambiar su nombre, y, sin modificar sus siglas, en 1970 pasó a llamarse International Association for Shell and Spatial Structures. A partir de este momento, se ocupó de todo tipo de estructuras espaciales, no limitándose a las láminas de hormigón, que siguieron construyéndose de forma muy poco generalizada, hasta prácticamente desaparecer al final de los años 70. Cuando

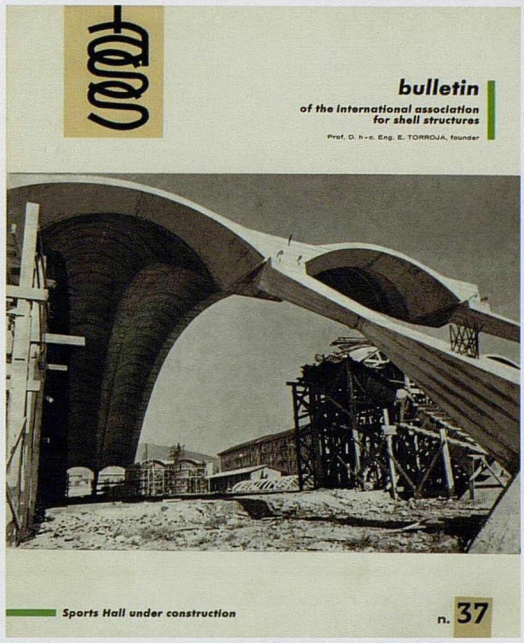



FIGURA 83 A. PORTADA DEL *BULLETIN IASS* Nº 37. PALACIO DE LOS DEPORTES DE OVIEDO

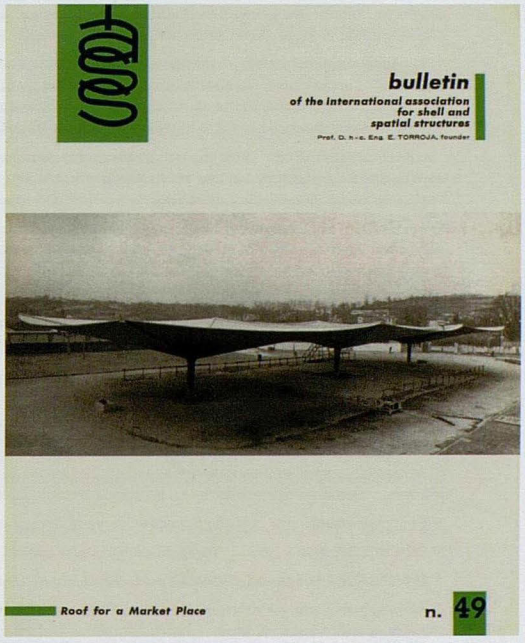



FIGURA 83 B. PORTADA DEL *BULLETIN IASS* Nº 49. PARAGUAS MERCADO POLA DE SIERO

Ildefonso Sánchez del Río inauguró el Palacio de Deportes de Oviedo (1975), también se terminaba la célebre y polémica Ópera de Sydney, diseñada por Utzon, cuya estructura desarrolló Ove Arup, y que de alguna manera puso el broche final a esta apasionante historia de la conquista de la *forma laminar resistente* de las *Thin Concrete Shells*.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

NOTAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] La revista *Cemento*, que posteriormente adoptó el nombre de *Cemento y Hormigón*, cumplió una importante labor de difusión desde su aparición en el año 1929. Hoy continúa formando parte de las publicaciones españolas destacables del sector.

[2] En el año 1948 BRUNO ZEVI publicó un ensayo sobre la interpretación espacial de la Arquitectura bajo el título original de *Saper vedere L'architettura* (Saber ver la Arquitectura), en el que analiza los aspectos más relevantes de su evolución histórica. Su aportación sigue siendo un referente obligado.

[3] El Centre des Nouvelles Industries et Technologies (CNIT) de París cuenta con una superficie de 22.500 $m^2$, y es, en efecto, la mayor estructura laminar jamás construida, aunque no se trata de una lámina o cáscara única, sino de dos láminas onduladas unidas. Fue proyectada en 1956 e inaugurada en 1958. En su concepción intervinieron varios de los más relevantes protagonistas de la Modernidad y el desarrollo del hormigón armado. La cubierta laminar la diseñó NICOLAS ESQUILLAN, teniendo como consultor a PIER LUIGI NERVI. La fachada es obra de JEAN PROUVE, y los arquitectos que intervinieron fueron ROBERT EDOUARD CAMELOT, JEAN DE MAILLY y BERNARD LOUIS ZEHRFUSS. En su construcción participaron las empresas Balancy et Schuhl, Boussiron y Coignet.

[4] La primera vez que apareció publicada esta frase fue en el poema "Andrea del Sarto" de ROBERT BROWNING, en 1855.

[5] Tal y como analizó MAX HILL en su libro *Robert Maillart. Bridges and Constructions* (1949), los puentes de ROBERT MAILLART representaron un revolucionario hito en la Modernidad. Convirtió su diseño no solo en una permanente innovación tecnológica, que impulsó los avances del hormigón armado, sino en una nueva concepción espacial presidida por la esbeltez de las formas. Sus puentes, como el Salginatobel de 90 metros de luz, parecen flotar en el paisaje como masas casi incorpóreas.

[6] El ingeniero español RAFAEL GUASTAVINO (1842-1908) realizó la mayor parte de su obra en los Estados Unidos, donde construyó una importante obra caracterizada por la utilización de "bóvedas catalanas". En 1881 fundó en New York su empresa Guastavino Fireproof Construction Company, con la que construyó más de 400 cubiertas tabicadas en diferentes ciudades americanas, entre las que destacan: la Biblioteca Pública de Boston, la Estación Central de Nueva York, el Museo Americano de Historia Natural, la Catedral de Saint John the Divine y la Iglesia de St. Bartholomew de New York, y el Edificio de la Corte Suprema de Estados Unidos en Washington DC.

[7] PIER LUIGI NERVI ((1891-1979) fue uno de los de los más destacados protagonistas de la "Aventura Laminar de la Arquitectura Moderna", que, al igual que EDUARDO TORROJA, había iniciado el ejercicio de su profesión en el año 1928. Desde el punto de vista formal, gran parte de sus cubiertas laminares comparten, en efecto, con la Sala del Siglo de Breslau, el hecho de arrancar desde la cota de suelo, invadiendo y definiendo la totalidad del espacio habitable del edificio.

[8] Pese a existir otros precedentes, como la cubierta de hormigón armado construida por SIMON BOUSSIRON en la Estación de Bercy-París (1910), de 10 metros de luz de vano y tan solo 8 centímetros de espesor, es la cubierta cupular construida en 1925 en Jena (Alemania) por DYCKERHOFF AND WIDMAN la que es considerada internacionalmente como la primera estructura laminar de hormigón armado.

[9] Otro de los más icónicos precedentes y pioneros ejemplos de estructuras laminares de hormigón armado son los Hangares de Orly (1921-1923), destruidos por un bombardeo durante la Segunda Guerra Mundial en 1944. Fueron sin duda una de las más grandes obras maestras de la Arquitectura Moderna. FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, J.A., *Eugène Freyssinet*, 2C Ediciones, L'Hospitalet de Llobregat, 1978.

[10] Artículo titulado "Estructuras Laminares Cerámicas". Revista *Informes de la Construcción*, nº 119, marzo 1960. Instituto de la Construcción y del Cemento, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

[11] JOEDICKE, J., *Les structures en volles et voques*, Éditions Vincent, Fréal & Cie, París, 1962, p. 14. El nacimiento de esta primera estructura laminar, unido al desarrollo alcanzado en los sistemas de cálculo, quedan recogidos en el libro de KURRER, KARL-EUGENE *The History of the Theory of Structures*, Ernst and Sohn Verlag für Architecktur und Technische, Berlín, 2008, pp. 487-488.

[12] En efecto, aunque en menor número y tamaño, aparecen en los paraguas del Mercado de Pola de Siero (1972), que son los únicos que realmente se comportan como verdaderas estructuras laminares, construidas íntegramente con hormigón armado. Su espesor es de tan solo 3,5 cm, cubriendo un voladizo máximo de 20 metros, en el gran paraguas invertido de 40 metros de diámetro.

[13] Lamentablemente esta cubierta fue demolida en la década de los años ochenta. Fuente: Ayuntamiento de Oviedo.

[14] SÁNCHEZ DEL RÍO, I. (1931), "Paraguas de hormigón armado en Oviedo, o el ojo clínico del ingeniero". Artículo publicado por la *Revista de Obras Públicas* del Colegio de Ingenieros.

[15] El plano que aparece en la figura 12 pertenece a los documentos existentes en el archivo de la Fundación Juanelo Turriano.

[16] Artículo publicado por ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO en la *Revista de Obras Públicas* nº 506, agosto 1928, bajo el título " IV Depósito de Aguas de Oviedo".

[17] CASSINELLO, P. (2005), "Influencia de los terremotos históricos en la construcción de las Catedrales Góticas". Revista *Annali di Architettura*, Centro Internazionale di Studi Andrea Palladio, pp. 9-20.

[18] "He proyectado y construido muchos depósitos de agua, pero debo reconocer la superioridad económica, práctica y artística del tipo de depósito de mi discípulo Sánchez del Río, sobre cuantas disposiciones se han empleado hasta hoy en el mundo, por lo que estoy seguro que se propagará su empleo en cuanto sea más conocido". Fragmento del artículo escrito por José Eugenio Ribera en la *Revista de Obras Públicas* (1936) bajo el título: "Progresos constructivos de la Ingeniería Española".

[19] SÁNCHEZ DEL RÍO, I. (1930), "Cuarto Depósito de Aguas de Madrid". Artículo publicado por la *Revista de Obras Públicas* del Colegio de Ingenieros.

[20] SÁNCHEZ DEL RÍO, I. (1936), "El Mercado de Pola de Siero". Artículo publicado por la revista *Hormigón y Acero* del Instituto de la Construcción y la Edificación. Curso de conferencias 1935-1936, Madrid.

[21] SÁNCHEZ DEL RÍO, I. (1960), "Estructuras Laminares Cerámicas". Revista *Informes de la Construcción*, nº 119, marzo 1960. Instituto de la Construcción y del Cemento, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

[22] KURRER, KARL-EUGEN (2008), *The History of the Theory of Structures*, Ernst and Sohn Verlag für Architecktur und Technische, pp. 547-554.

[23] CASSINELLO, P. (2010), "Félix Candela en el contexto internacional de la Aventura Laminar de la Arquitectura Moderna: Thin Concrete Shells", en *Félix Candela. Centenario/Centenary*, catálogo exposición conmemorativa del centenario de su nacimiento. Comisaria y Directora de la edición: Pepa Cassinello. Asesores: José Calavera, Enrique González Valle, Bernardo Revuelta y José Antonio Torroja. Coedición: Fundación Juanelo Turriano y Universidad Politécnica de Madrid. Editorial Lampreave, Madrid.

[24] BILLINGTON, D. (1991), *Robert Maillart and the Art of Reinforced Concrete*, Architectural History Foundation, Nueva York.

[25] NOGUE, N. (2002), "Archives d'ingénieurs: Bernard Laffaille", *Colonnes*, nº 18, IFA y Centre d'archives d'architecture du XXe siècle, París.

[26] JOEDICKE, J. (1962), *Les structures en volles et voques*, Éditions Vincent, Fréal & Cie, París, pp. 15.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

[27] ABRAM, J. (1999), *L'architecture moderne en France de 1889 (Tome 2)*, Editions Picard, París

[28] NERVI, P.L. (1957), *P.L. Nervi* . Verlag Arthur Niggli, Teufen (Suiza).

[29] WEINGARDT, R.G. (2007), *Anton Tedesko: Father of Thin-Shell Concrete Construction in America*, National Council of Structural Engineers Associations (NCSEA).

[30] STIGLAT, K. (2004), *Bauingenieure und ihr Werk*, Ernst & Sohn, Berlín, pp. 147.

[31] A lo largo de su vida EDUARDO TORROJA fundó numerosas asociaciones nacionales e internacionales, que estuvieron presididas o asesoradas directamente por él, entre otras: la Asociación Técnica Española del Pretensado ATEP (1949), la Federación Internacional de Pretensado FIP (1952), el Comité Europeo del Hormigón (CEB), la Asociación Internacional de Estructuras Laminares (IASS) en 1959 ó la creación de la Unión Europea de Idoneidad Técnica de la Construcción (UEATC). Tras el término de la Segunda Guerra Mundial se fundó la RILEM (Reunión Internacional de Laboratorios de Ensayos de Materiales) y Eduardo Torroja Miret fue nombrado presidente de la misma, instituyendo en Madrid una reunión de la Comisión Permanente que creó como órgano rector de la RILEM. En 1958 sustituyó a Freyssinet en la Fédération Internationale de la Précontrainte, FIP. Fragmento del texto aportado al *Diccionario Biográfico Español*, Real Academia de la Historia. (Edición 2011/ Pepa Cassinello).

[32] El Instituto fundado por EDUARDO TORROJA en 1934, fue la primera organización creada en España "libremente" por particulares, con una finalidad mucho más ambiciosa que la recogida en el Real Decreto de 1889: *Investigar, Promover y Divulgar, sobre todos los campos relacionados con la construcción*. Sus fundadores fueron: MODESTO LÓPEZ OTERO, ALFONSO PEÑA, GASPAR BLEIN, MANUEL SÁNCHEZ ARCAS, JOSÉ MARÍA AGUIRRE, JOSÉ ÁNGEL PETRIRENA y EDUARDO TORROJA.

[33] Monográfico dedicado a la obra de EDUARDO TORROJA. Revista *Informes de la Construcción*, nº 137, febrero 1962. Instituto de la Construcción y del Cemento, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

[34] En el año 1961, tras la muerte de EDUARDO TORROJA, la IASS incluyó en la portada de su *journal*: "Eduardo Torroja founded".

[35] La cubierta del Frontón Recoletos de Madrid (1936), proyectada por EDUARDO TORROJA, se puede considerar como una cubierta ondulada formada por la intersección de dos grandes ondas, que aportan a la estructura laminar una gran rigidez de forma. La diferencia fundamental de esta cubierta con las habitualmente denominadas "cubiertas onduladas", es el enorme tamaño de sus dos únicas y asimétricas ondas, que cubren la totalidad del espacio.

[36] El proyecto de los Talleres del INTA en Torrejón de Ardoz (Madrid) fue realizado por los ingenieros CARLOS FERNÁNDEZ CASADO e ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN. La descripción del proyecto está recogida en el artículo publicado en la *Revista de Obras Públicas* en 1915, tomo I -2829, titulado "El Taller de montaje del INTA en Torrejón de Ardoz", de ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN y CARLOS FERNÁNDEZ CASADO.

[37] El análisis de las deformaciones del arco-onda de 100 metros de luz de vano libre fue ensayado mediante modelo físico a escala 1/10. Como la bóveda ondulada está formada por el acoplamiento o suma de varios arcos-onda iguales, la simplificación de cálculo de la cubierta realizada por Sánchez del Río consistió en calcular y comprobar el comportamiento de un solo arco-onda. En el caso de la cubierta construida sin juntas de dilatación para Río - Cerámica –de 150 metros de longitud, 35 metros de luz de vano libre de los arcos-onda, y 8 centímetros de espesor–, quedó demostrado que la unión de los 50 arcos-onda no presentó la más mínima perturbación por dilataciones de temperatura. Tal y como explicó Sánchez del Río, funcionó como un perfecto acordeón, al estar sus arranques situados sobre puntos en los contrafuertes que no coaccionan su libre dilatación, en lugar de haber sido ejecutados sobre vigas corridas laterales, tal y como realizó sus primeras cubiertas onduladas (*Informes de la Construcción*, nº 119. Instituto de la Construcción y del Cemento, Madrid, 1960).

[38] SÁNCHEZ DEL RÍO, I. (1960), "Estructuras Laminares Cerámicas". Revista *Informes de la Construcción*, nº 119. Instituto de la Construcción y del Cemento, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

[39] En efecto, las admirables cubiertas tabicadas realizadas por el ingeniero de origen español Rafael Guastavino y el uruguayo Eladio Dieste son estructuras totalmente diferentes a las realizadas por ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN. Únicamente tienen en común el hecho de haber utilizado materiales cerámicos, pero estos también cuentan con características muy diferentes. En la construcción de las bóvedas tabicadas, el elemento fundamental es el ladrillo, y la técnica constructiva empleada en las bóvedas tabicadas se asemeja básicamente a la de cualquier bóveda pétrea de la Historia de la Arquitectura.

[40] EDUARDO TORROJA proyectó algunas estructuras laminares de fábrica como el Depósito del Hipódromo de la Zarzuela (1935), la Capilla abierta del Santo Spiritu, Lérida (1953), y la Iglesia de Pont de Suert, Lérida (1954).

[41] La configuración del espesor total de 8 cm, formado por 6 cm de pieza cerámica aligerada + 2 cm de paca de hormigón armado, incluye numerosas nervaduras de canto de 8 cm de hormigón armado, tal y como se recoge en las diferentes imágenes de las secciones de las dovelas-onda. [ Figs. 45, 46 y 47 ]

[42] *Coloquio Internacional sobre métodos constructivos de bóvedas delgadas* celebrado en el Instituto de la Construcción y del Cemento en el mes de septiembre en 1959. Año en el cual se fundó la Internacional Association for Shell Structures bajo la presidencia de Eduardo Torroja.

[43] Pese a su escasa esbeltez y tamaño, uno de los primeros precedentes construidos en hormigón armado que se conocen son las pequeñas macetas para rosales que construyó el jardinero francés JOSEPH MONIER en 1849, utilizando cemento armado, así como la barca proyectada por JOSEPH-LOUIS LAMBOT en 1848, que fue construida en 1855. La primera patente de MONIER fue presentada en la Exposición Internacional de París celebrada en 1855.

[44] CASSINELLO, P. (2008), *El espíritu impreso de una idea / The spirit of an idea in print*. Catálogo de la exposición conmemorativa de los 60 años de la revista *Informes de la Construcción* del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Dirección de la edición: Pepa Cassinello. Coedición: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC, y Asociación de Miembros del Instituto Eduardo Torroja, AMIET. Esta revista fue la voz impresa de las actividades del Instituto dirigido por Eduardo Torroja, cuya relevancia demandó la publicación de sus resúmenes en cinco idiomas diferentes: español, inglés, alemán, francés e italiano.

[45] SÁNCHEZ DEL RÍO, I. (1977), "Palacio de los Deportes de Oviedo". Revista *Informes de la Construcción*, nº 287, febrero 1977. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

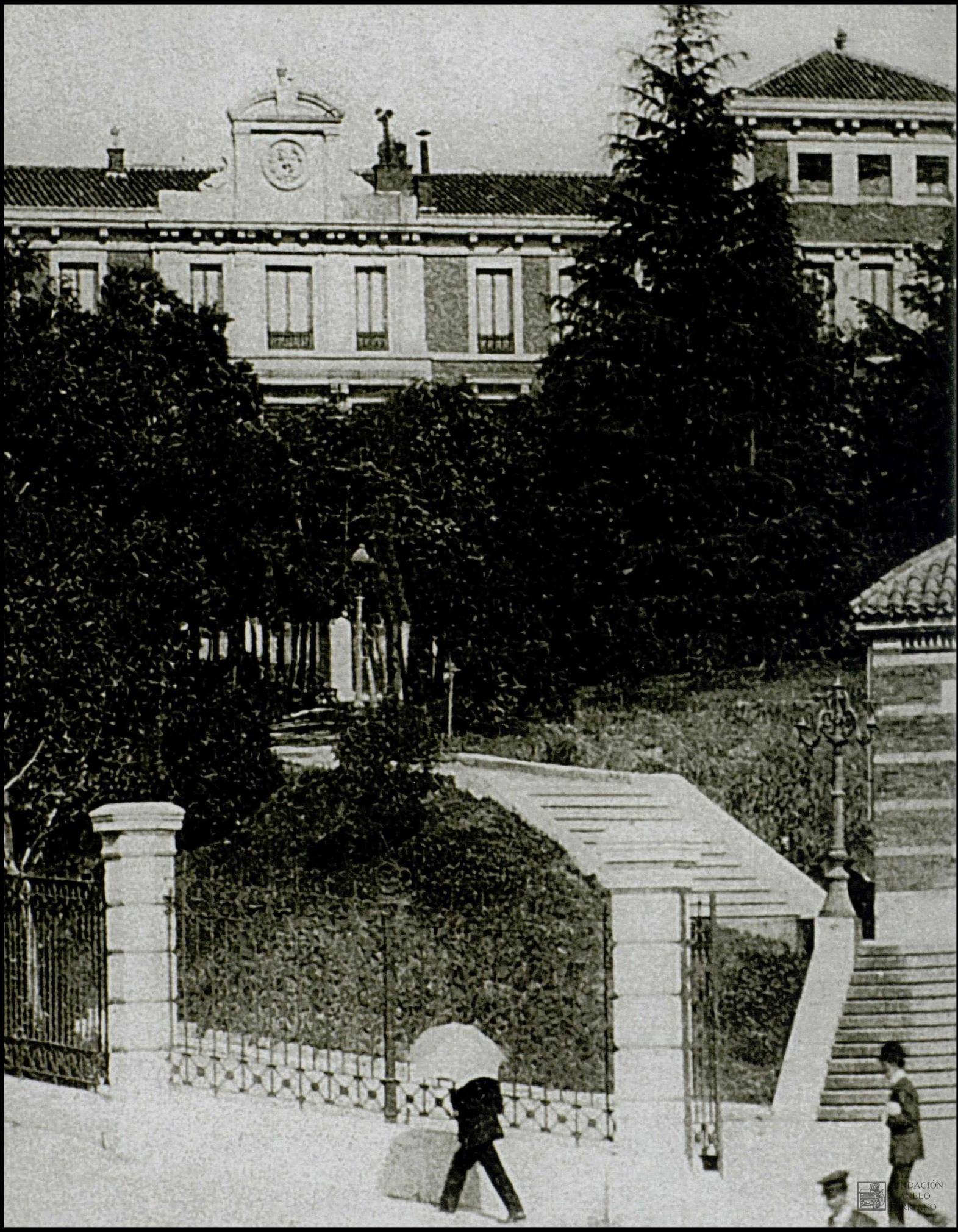
[46] El ingeniero francés SIMON BOUSSIRON (1873-1958) fue quien proyectó una de las primeras estructuras laminares de hormigón armado. Se trata de la cubierta de la Estación de Bercy-París. Posteriormente intervino con su empresa en la construcción de muchos de los más relevantes hitos de la "Aventura Laminar de la Arquitectura Moderna", en otros: los Hangares de Marignane (Francia), proyectados en 1950 por AUGUST PERRET y NICOLAS ESQUILLAN, y el CNIT de París (1958), cuya cubierta fue proyectada por NICOLAS ESQUILLAN con la asesoría de PIER LUIGI NERVI.

[47] MANTEROLA, J. (2010), "Apoyar", en *Félix Candela. Centenario/Centenary*, catálogo exposición conmemorativa del centenario de su nacimiento. Comisaria y Directora de la edición: Pepa Cassinello. Asesores: José Calavera, Enrique González Valle, Bernardo Revuelta y José Antonio Torroja. Coedición: Fundación Juanelo Turriano y Universidad Politécnica de Madrid. Editorial Lampreave, Madrid.

[48] Archivo de la Fundación Juanelo Turriano.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



# SÁNCHEZ DEL RÍO, VILLALBA, MARTÍN GIL Y OTROS INGENIEROS DE LA GENERACIÓN DEL 27

FERNANDO SÁENZ RIDRUEJO

En varias ocasiones, a partir del fascículo titulado "Los Ingenieros de Caminos de la generación del 98", hemos utilizado el método de las generaciones para estudiar las sucesivas promociones de estos técnicos, su idiosincrasia y su labor profesional. Volvimos a hacerlo, aun reconociendo las dificultades de aplicar el método fuera del ámbito en que había surgido, en una ponencia acerca de "Sánchez del Río y Fernández Casado, dos ingenieros de la generación del 27". La oportunidad de unir estas dos figuras de origen riojano surgió con motivo de la celebración en Logroño del VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas[1].

Se acepta de antiguo que de forma periódica irrumpe en la historia un nuevo grupo humano, una generación con características propias, que marca las diferencias con las que la preceden. El método, dedicado principalmente al estudio de las figuras de las letras y la cultura, divide la historia en periodos de quince años, intentando encontrar las características comunes a todos los individuos nacidos dentro de cada uno de ellos. Las fechas establecidas para España por Julián Marías, como fechas centrales de los nacimientos de las generaciones más recientes, serían las de 1871, para la "generación del 98"; 1886, para la llamada del 14; 1901 para la "generación del 27"; 1916, para la que algunos llaman generación de la guerra, etcétera.

Dado que, a nuestros efectos, es más relevante la fecha de terminación de la carrera que la del nacimiento, nosotros

ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. CERRILLO DE SAN BLAS, PARQUE DEL RETIRO, MADRID, *CA.* 1920



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

propusimos incluir en la generación del 27 de ingenieros de Caminos, a los de las promociones comprendidas entre 1917 y 1931. Todo esos ingenieros vivieron sus primeros años profesionales en los "felices años veinte"; pero las circunstancias políticas y económicas de ese periodo –la guerra de África, la Dictadura y la crisis económica posterior– marcaron grandes diferencias entre los miembros de esta generación, de modo que podemos distinguir en ella tres grupos bien diferenciados.

El grupo central, de las promociones de 1923 a 1926, disfrutó de una mayor bonanza económica, participó más plenamente del espíritu deportivo que se impuso en las clases dirigentes de la sociedad española y tuvo las mayores facilidades para desarrollar su capacidad empresarial. El primero en referirse a la generación del 27 de la ingeniería, José Ortega Spottorno, al hacer la necrología de su amigo Francisco Bustelo, se centraba en este grupo: "¡Qué gran hornada –escribía– la de aquellas promociones sucesivas de la Escuela de Caminos, en la década de los veinte, de las que salieron ingenieros como Reparaz, Botín, Grasset, Balbás, Entrecanales, Rodríguez Bachiller, Urgoiti (Ricardo) y Bustelo! Junto a la excepcional generación poética del 27, muy bien puede hablarse de una generación del 27 de estos notables ingenieros"[2].

La biografía de José Entrecanales Ibarra, recientemente aparecida, muestra la cohesión de algunos ingenieros de este grupo, a los que hay que añadir algún otro como Vicente Olmo. Con el nombre que a sí mismos se daban, "el cártel", se mantuvieron unidos a lo largo de los años, en la diversión y en los negocios, estableciendo incluso vínculos endogámicos entre sus descendientes[3].

La promoción de nuestro protagonista, la de 1922, se sitúa en una posición intermedia entre los dos primeros grupos y, afectada por cambios en los planes de estudios y por las secuelas de la guerra de África, que obligó a la movilización de varias quintas, no se mostró, en conjunto, tan dinámica como las siguientes.

En lo que sigue analizaremos la situación de la Escuela de Caminos en el tiempo en que Sánchez del Río pasó por sus aulas y la composición de su promoción. Dedicaremos unos párrafos a los ingenieros del 27 en la política y, tras analizar una actividad muy característica de la época, el trabajo para las diputaciones provinciales, nos centraremos en la que es esencial en la trayectoria de Ildefonso Sánchez del Río, el proyecto de obras de hormigón armado.

Para terminar, dedicamos sendos apartados a dos proyectistas de esa generación que, a pesar de figurar entre los más notables, son dos grandes desconocidos: César Villalba y Francisco Martín Gil.

## LA ESCUELA DE CAMINOS EN LA ÉPOCA DE SÁNCHEZ DEL RÍO

Ildefonso Sánchez del Río estudió en la Escuela de Caminos entre 1916 y 1921. La Escuela, denominada "Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos", era entonces un centro de formación de funcionarios, dependiente del Ministerio de Fomento. Estaba situada, desde finales del siglo XIX, en el edificio del Cerrillo de San Blas, en el parque del Retiro madrileño. A la Escuela se accedía mediante un examen de ingreso que, con el paso de los años, fue haciéndose cada vez más exigente, de forma que el tiempo medio invertido por los aspirantes en el ingreso pasó de dos a cinco años. La enseñanza, que se desarrollaba entre el 1º de octubre y el 30 de junio, constaba de seis cursos, compuestos de cuatro asignaturas cada uno, más los proyectos y las prácticas correspondientes.

El primero de esos cursos, denominado Curso preparatorio y, familiarmente "el cursillo", se dedicaba a asignaturas básicas, Cálculo infinitesimal, Descriptiva, Dibujo y Física, y tenía un carácter fuertemente eliminatorio. Fue una época de transformación, con cambios en el plan de estudios e, incluso, en la duración de la enseñanza y en la nomenclatura de los cursos. Clemente Sáenz García, miembro de la promoción anterior, ha dejado descritos, en sus Diarios inéditos, el ambiente de la Escuela, la composición y el carácter del profesorado y las consecuencias que los cambios trajeron sobre la enseñanza y sobre el perfil humano de los alumnos.

Durante todos los años de estudio de Sánchez del Río, ostentó la dirección del centro Luis Gaztelu Maritorena, marqués de Echandía. Entre sus logros más desta-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cados cabe señalar la creación de los nuevos laboratorios, situados en un edificio cercano, al que se accedía por medio de una pasarela metálica cubierta. Al frente de la secretaría estaba Carlos de Orduña, que vivía en la Escuela junto con su numerosa familia. Algunos de sus hijos fueron José Luis, ingeniero de Caminos, y el futuro director de cine Juan de Orduña y Fernández-Shaw.

Algunos de los profesores más destacados de esos años fueron Antonio Sonier, de Ingeniería sanitaria; Narciso Puig de la Bellacasa, de Geología; Bernardo Granda, de Mecánica aplicada a las construcciones; Juan Manuel de Zafra, de Puertos y Hormigón armado; Antonio Prieto Vives, de Ferrocarriles y caminos ordinarios; Saturnino Zufiaurre y Luis Sánchez Cuervo, que explicaban Electrotecnia; José Luis Gómez Navarro, profesor de Hidráulica aplicada; José Eugenio Ribera, de Puentes de fábrica y Cimentaciones, y Vicente Machimbarrena, profesor de Arquitectura, que accedería a la dirección en 1924.

## LA PROMOCIÓN DE SÁNCHEZ DEL RÍO

La promoción de Ildefonso Sánchez del Río, afectada por los cambios y por una aceleración de los estudios, terminó la carrera en el curso de 1921-1922 y fue calificada en Junta de Profesores del 5 de julio de 1922. Consta de 45 individuos, a los que más tarde, por Real Decreto de 15 de marzo de 1929, se añadieron algunos otros que habían estudiado por libre. Ildefonso, que era el octavo más joven, ocupó el puesto número 34.

Esta promoción, afectada al terminar los estudios por las secuelas de la guerra de África y el subsiguiente Directorio militar, no fue, como queda dicho, de las más brillantes de su generación. Muchos de sus miembros se colocarían en las corporaciones provinciales, la mayoría se dedicaría al denominado "servicio ordinario" en las jefaturas de Obras Públicas, y solo algunos se dedicaron a la actividad libre como contratistas. Francisco Javier Mutuberría dirigiría después de la guerra un organismo autónomo de prestigio: el Canal Imperial de Aragón. Otros ingenieros hidráulicos del grupo fueron el segoviano Longinos Luengo, comisario de Aguas del Tajo y director de la Mancomunidad del Henares; el navarro Rodríguez Gabás, director de la Confederación del Guadalquivir y fundador de Ayesa y el granadino Francisco de Paula Abellán, padre de las grandes presas de esa provincia.

Entre los más destacados, aparte del propio Sánchez del Río, citaremos al nº 1 de la promoción, Francisco Fernández Álvarez, que sería director de Fomento de Obras y Construcciones y miembro de la Real Academia de Ciencias de Barcelona; a José Paz Maroto, futuro catedrático de Ingeniería sanitaria y académico de la Real de Medicina; al ya citado Ricardo Urgoiti, pionero de la radio en España, fundador de Unión Radio y empresario cinematográfico con Luis Buñuel; o a Francisco Caballero, alcalde, después de la guerra, de Zaragoza. José Ochoa Benjumea, que trabajó en el Marruecos español, fue autor de un notable libro de caza, *Viajes con Prim*. Ramón Pahí abandonaría la profesión para ingresar en la Compañía



JOSÉ EUGENIO RIBERA



EXCMO. SR. D. JUAN MANUEL DE ZAFRA
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
PROFESOR DE «HORMIGÓN ARMADO»
Y DE «PUERTOS» EN LA ESCUELA ESPECIAL DEL CUERPO
Condecorado con la **Gran Cruz de Alfonso XII**
por sus notables trabajos científicos.

EN "ZAFRA", *REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS*, 1919, TOMO 1 (2269): 134-140. ARCHIVO GRÁFICO CEHOPU-CEDEX



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de Jesús. Uno de los alumnos libres incorporados con posterioridad al escalafón del Estado fue el famoso futbolista René Petit.

Entre los miembros de la promoción estaban los hijos de dos conocidos profesores: Manuel Granda, hijo de Bernardo, y Rafael Picó, de Enrique, que tenía a su cargo la clase de Topografía. Otros miembros del grupo eran hijos de otros ingenieros de la generación del 98, como Miguel Mantecón, hijo de Cleto Miguel, empresario zaragozano; el propio Urgoiti, cuyo padre Nicolás fue director de la Papelera Española y fundador de Espasa Calpe y de *El Sol*, o Félix Cabello, hijo de Eduardo, el cubano director del puerto de Vigo, al que sucedería más tarde en ese mismo puesto. Víctor Urrutia era hijo del ingeniero de Minas del mismo nombre, fundador de la Hidroléctrica Ibérica, y trabajaría personalmente en esa sociedad hasta después de su fusión con Saltos del Duero.

La evolución del grupo fue tranquila a lo largo de los años hasta la Guerra Civil, sin que hayan quedado noticias de que ninguno sufriera separaciones del servicio ni otros incidentes durante el polémico mandato del ministro Indalecio Prieto. Sólo hay que registrar el fallecimiento prematuro de dos de sus miembros, Luis Cort y Rafael Moore. Durante la guerra fue asesinado en Albacete el vasco-francés Pedro Echeverría Isasi-Isasmendi y al final de la contienda fueron expulsados del Cuerpo Pablo Quilez, que emigró a América, y Vicente Luaces. De forma más simbólica fueron represaliados con la pérdida de 40 puestos en el escalafón Manuel Moriel y Ricardo Urgoiti, que había emigrado a la Argentina. También Jaime Cruañas fue posiblemente represaliado; falleció en 1959, en accidente de automóvil, cuando era jefe de construcción de Enher.

La promoción permaneció unida, merced a los vínculos creados en los años de estudio, y los compañeros se siguieron reuniendo periódicamente. Tengo en mi archivo algunas fotos de esas reuniones, procedentes de uno de los miembros más entrañables del grupo, Joaquín María del Villar. Al fallecer Sánchez del Río sobrevivían aún Granda, Moriel, Doncel, Bernardo López, Picó, Enríquez, Cabasés, García de Dios, Rodríguez Gabás y Luis Morales Hernández. La promoción entró definitivamente en la historia al fallecer este último, el 6 de junio de 1993.

## LOS INGENIEROS DEL 27 EN LA POLÍTICA

Los ingenieros del 27, llegados a la madurez profesional durante la Dictadura de Primo de Rivera, no tuvieron una excesiva participación política. Como excepción podría citarse a Juan de la Cierva Codorniú, que entró, jovencísimo, en el Congreso de los Diputados, en las legislaturas de 1920 y 1923; pero su elección por Murcia hay que interpretarla en su condición de hijo del ministro conservador homónimo y, de hecho, no parece que tuviera la menor vocación parlamentaria ni se le conoce ninguna intervención en el hemiciclo.

Ningún ingeniero del 27 entró en la Asamblea Nacional de 1927. Solo durante la República algunos de ellos tomaron partido de forma activa. Podemos anotar los nombres de cuatro ingenieros de Caminos de la generación del 27 que fueron diputados en esa época. Juan Lozano Ruiz, socialista, lo fue por Jaén en las legislaturas de 1931, 1933 y 1936, y Marcelino Oreja, tradicionalista, por Vizcaya en 1933. Ángel García Vedoya y Moisés Barrio Duque, ambos burgaleses, de la promoción de 1921, fueron diputados por Burgos, el primero por el partido Agrario, en 1933, y el segundo por Izquierda Republicana, en 1936. Los cuatro pagaron un precio terrible por su participación política: los tres primeros fueron asesinados y el último tuvo que exiliarse al final de la guerra. A nivel técnico, Vicente Olmo y José Crespo fueron directores generales de Carreteras, por muy breves espacios de tiempo, en 1933, con Prieto, y en 1934, con Cid Ruiz-Zorrilla, respectivamente.

Pedro González Bueno, de la promoción de 1919, fue ministro de Organización Sindical en el primer gobierno de Franco, teniendo como subsecretario a José Luis Escario, de la promoción anterior. No pueden considerarse como estrictamente políticos los cargos, a nivel de directores generales, que otros ingenieros tuvieron en los años siguientes en el Ministerio de Obras Públicas, en función de sus capacidades técnicas, como fue el caso del propio Ildefonso Sánchez del Río. Fueron en cualquier caso muy pocos. Con el ministro Peña fue director general de Ferrocarriles Amalio Hidalgo. Con Fernández Ladreda, entre 1946 y 1951, además de Sánchez del Río en Carreteras y caminos



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

vecinales, estuvo José María García-Lomas en Ferrocarriles. Con Jorge Vigón, entre 1957 y 1964, fueron directores, de Obras Hidráulicas, Florentino Briones, y de Puertos, Gabriel Roca. Muy escasa participación para tres lustros de ingenieros cuyo periodo de plenitud profesional abarcó prácticamente tres cambios ministeriales.

El nombramiento de algún ingeniero como procurador en las Cortes orgánicas tuvo una dimensión política, como fue el caso del falangista Lamberto de los Santos. Pero la mayor parte de los ingenieros del 27 que estuvieron en ellas fue por su condición de alcaldes. En unos años de graves sequías y de grandes carencias en el equipamiento urbano, varios de ellos ocuparon las alcaldías de sus ciudades respectivas, lo que llevaba aparejada la condición de procurador. Luis Ponce de León fue alcalde, primero, y gobernador, después, de Huelva; Manuel Reig y Roig fue nombrado alcalde de Teruel en 1945; Gabriel de Benito lo fue de Melilla entre 1953 y 1956; y Casto Gómez Clemente de Cáceres, de 1960 a 1963[4]. Francisco Caballero, como hemos dicho, fue alcalde de Zaragoza.

## EN LOS AYUNTAMIENTOS Y DIPUTACIONES

Una actividad a la que muchos ingenieros de la generación de 1927 se dedicaron fue el servicio de obras en las diputaciones provinciales y también, aunque en menor número, en los ayuntamientos de las principales ciudades.

Ya desde mediados del siglo XIX, algunos ayuntamientos contrataron ingenieros para la realización de obras específicas, de urbanización o abastecimiento de aguas, para lo cual debían obtener una autorización, que, según en qué épocas, no siempre era concedida por el Ministerio. Entre los más conocidos que trabajaron como ingenieros municipales se puede citar a Carlos María de Castro, que no solo hizo el plano del ensanche de Madrid y el de la urbanización de la Montaña del Príncipe Pío, sino que realizó el plan del adoquinado de la capital. Más tarde, para el Ayuntamiento madrileño, trabajaron el profesor de la Escuela de Caminos Rodríguez Intilini y, ya en el siglo XX, Narciso Amigó. Recaredo Uhagón lo hizo, sucesivamente, para los de Caravaca, Valladolid y Bilbao. En Barcelona fue importante la labor de Pedro García Faria. En algunos casos, la adscripción a un pequeño ayuntamiento, cuyo volumen de obras no justificaba la presencia continua de un ingeniero, se convirtió en un subterfugio para conservar la condición de supernumerario en el escalafón del Estado. Fue el caso de Pablo de Alzola, como ingeniero municipal de Azpeitia; de Teodoro Bonaplata, en Illán de Vacas, o de Godofredo Álvarez Cascos, en Luarca.

Los ayuntamientos que en marzo de 1936 contaban con ingenieros municipales eran: Aller (José Sela), Barcelona (Luis de Jara y Miguel Martínez Zorrilla), Madrid (Francisco Sarasola, José María Cano, José Paz Maroto, José Gutiérrez Pajares y José Cantos Abad), Málaga (Wilfredo Delclaux), Oviedo (Ildefonso Sánchez del Río), Sama de Langreo (José Fernández García), San Sebastián (Juan Machimbarrena), Santander (José Sánchez Murélaga) y Valladolid (José Ramón Sánchez Fuentes). Casi todos estos ingenieros eran de la generación de 27 y uno, Paz Maroto, del mismo curso que Sánchez del Río. Hay que señalar la presencia de ingenieros en otros dos municipios asturianos, además de la capital.

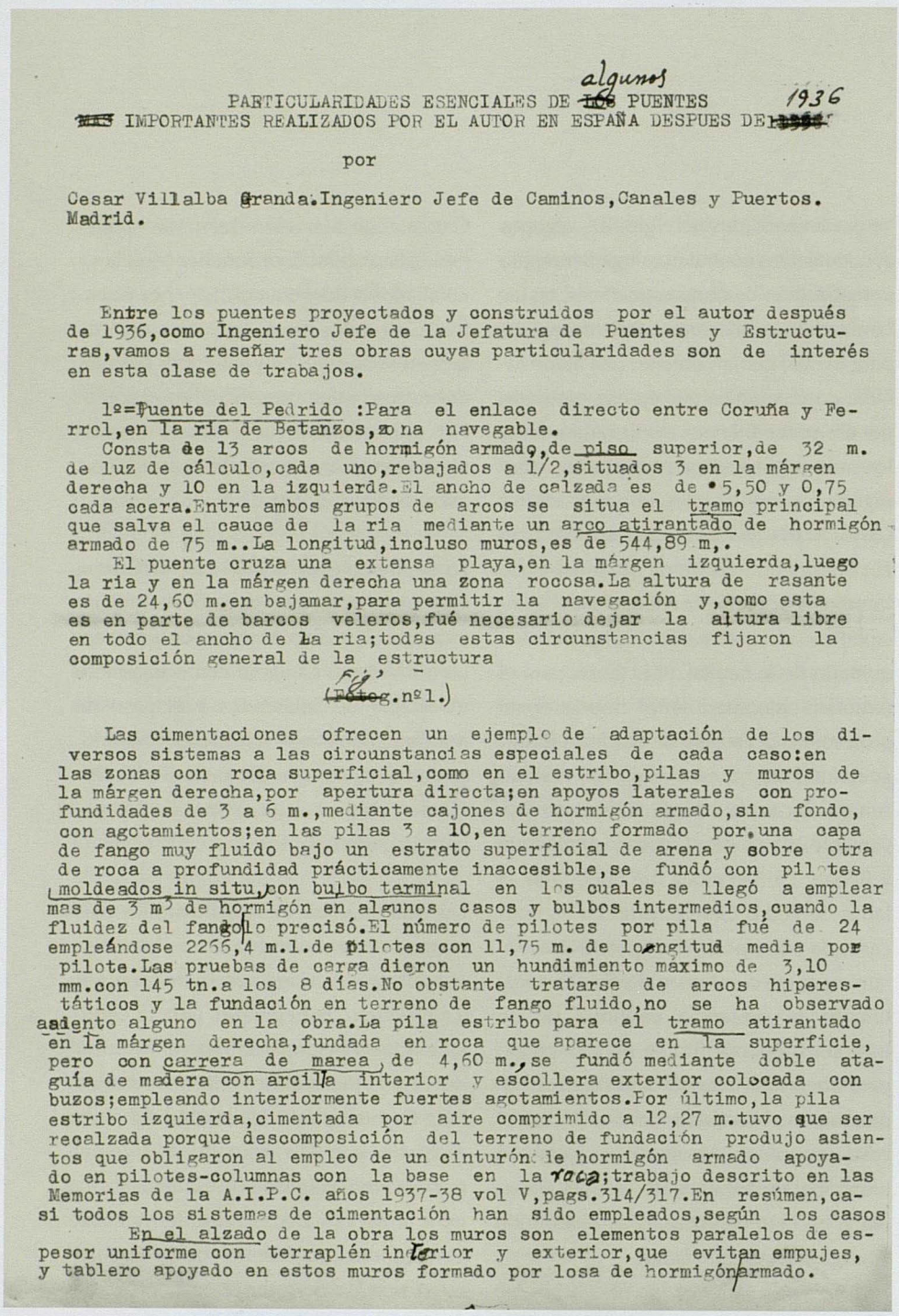
En septiembre de 1940, con la Guerra Civil por medio, casi no había cambiado esta situación. Solo anotaremos la presencia de Vicente Lafuente como ingeniero municipal de Salamanca y el paso de Martínez Zorrilla de Barcelona a Madrid, junto con la entrada del joven Carlos Briñis para cubrir la baja de José Cantos, separado del escalafón[5].

Las diputaciones de las provincias más importantes tuvieron, ya en el último tercio del siglo XIX, ingenieros de Caminos a su servicio. Por ejemplo, para la Diputación de Barcelona trabajaron Melchor de Palau, Victoriano Felip y Sebastián Puig Guansé; para la de Madrid, Eduardo Augustín y Julián Fernández Argente; para la de Zaragoza, Genaro Checa; y para la de Vizcaya, Daniel de Meñaca. Un pionero fue Manuel de la Fuente, cuyo sistema de trabajo en Pontevedra serviría de modelo a Palau.

En 1925, el ministro de Fomento Rafael Benjumea dio impulso a los planes de caminos vecinales, cuya competencia se traspasó a las diputaciones. Estas, en consecuencia, tuvieron que potenciar sus servicios de vías y obras, contratando a ingenieros, ayudantes y sobrestantes.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



algunos

PARTICULARIDADES ESENCIALES DE ~~los~~ PUENTES 1936
~~MAS~~ IMPORTANTES REALIZADOS POR EL AUTOR EN ESPAÑA DESPUES DE ~~1936~~

por

Cesar Villalba Granda. Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos.
Madrid.

Entre los puentes proyectados y construidos por el autor después de 1936, como Ingeniero Jefe de la Jefatura de Puentes y Estructuras, vamos a reseñar tres obras cuyas particularidades son de interés en esta clase de trabajos.

1º=Puente del Pedrido: Para el enlace directo entre Coruña y Ferrol, en la ría de Betanzos, zona navegable.
Consta de 13 arcos de hormigón armado, de piso superior, de 32 m. de luz de cálculo, cada uno, rebajados a 1/2, situados 3 en la márgen derecha y 10 en la izquierda. El ancho de calzada es de 5,50 y 0,75 cada acera. Entre ambos grupos de arcos se sitúa el tramo principal que salva el cauce de la ria mediante un arco atirantado de hormigón armado de 75 m.. La longitud, incluso muros, es de 544,89 m,.
El puente cruza una extensa playa, en la márgen izquierda, luego la ria y en la márgen derecha una zona rocosa. La altura de rasante es de 24,60 m. en bajamar, para permitir la navegación y, como esta es en parte de barcos veleros, fué necesario dejar la altura libre en todo el ancho de la ria; todas estas circunstancias fijaron la composición general de la estructura
(~~Foto~~ fig. nº 1.)

Las cimentaciones ofrecen un ejemplo de adaptación de los diversos sistemas a las circunstancias especiales de cada caso: en las zonas con roca superficial, como en el estribo, pilas y muros de la márgen derecha, por apertura directa; en apoyos laterales con profundidades de 3 a 6 m., mediante cajones de hormigón armado, sin fondo, con agotamientos; en las pilas 3 a 10, en terreno formado por una capa de fango muy fluido bajo un estrato superficial de arena y sobre otra de roca a profundidad prácticamente inaccesible, se fundó con pilotes moldeados in situ, con bulbo terminal en los cuales se llegó a emplear mas de 3 m³ de hormigón en algunos casos y bulbos intermedios, cuando la fluidez del fango lo precisó. El número de pilotes por pila fué de 24 empleándose 2266,4 m.l. de pilotes con 11,75 m. de longitud media por pilote. Las pruebas de carga dieron un hundimiento máximo de 3,10 mm. con 145 tn. a los 8 días. No obstante tratarse de arcos hiperestáticos y la fundación en terreno de fango fluido, no se ha observado asiento alguno en la obra. La pila estribo para el tramo atirantado en la márgen derecha, fundada en roca que aparece en la superficie, pero con carrera de marea de 4,60 m., se fundó mediante doble ataguía de madera con arcilla interior y escollera exterior colocada con buzos; empleando interiormente fuertes agotamientos. Por último, la pila estribo izquierda, cimentada por aire comprimido a 12,27 m. tuvo que ser recalzada porque descomposición del terreno de fundación produjo asientos que obligaron al empleo de un cinturón de hormigón armado apoyado en pilotes-columnas con la base en la roca; trabajo descrito en las Memorias de la A.I.P.C. años 1937-38 vol V, pags. 314/317. En resúmen, casi todos los sistemas de cimentación han sido empleados, según los casos
En el alzado de la obra los muros son elementos paralelos de espesor uniforme con terraplén interior y exterior, que evitan empujes, y tablero apoyado en estos muros formado por losa de hormigón armado.

ARTÍCULO DE CÉSAR VILLALBA DEDICADO AL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE PUENTES, BORRADOR

Mientras los técnicos subalternos, en la mayoría de los casos, procedían de las propias jefaturas de Obras Públicas, los ingenieros eran jóvenes recientemente salidos de la Escuela, que estaban en espera de su ingreso en el Estado. Algunos de los que se incorporaron a las diputaciones de sus provincias natales fueron Clemente Sáenz, que entró en la de Soria en noviembre de 1925, Victoriano Muñoz Oms, que lo hizo en la de Lérida, y Casto Gómez Clemente, en Cáceres. Leonardo García Ovies empezó a trabajar en la Diputación de Oviedo, a la que también se incorporaron Pío Linares y Juan de la Torre Boulín.

Cuando se produjo el ingreso en el escalafón del Estado, fueron muchos los que continuaron al servicio de las diputaciones, quedando como supernumerarios en el escalafón. Sin ánimo de ser exhaustivos, citaremos algunos ingenieros de la generación del 27 que, en marzo de 1936, continuaban destinados en las distintas diputaciones.

Luis Prast y José Aracil Casasempere en la de Alicante; Pelayo Gutiérrez Alonso en Ávila; Antonio Parietti y Pedro Llauger en Baleares; José Antonio Barrios en Cádiz; Luis García Mauriño en Las Palmas y Carlos Hardisson en Tenerife; Juan Trecu en Castellón; Casimiro Coello en Ciudad Real; José Jiménez Cruz en Córdoba; Vicente Julio Zapata en La Coruña; Nicasio Guardia en Cuenca; Francisco Pelayo y su compañero Tomás Fernández Casado en Granada; Nicolás Bizcarrondo en Guipúzcoa; Rafael Olalla en Huelva; Benito Izquierdo y Daniel Sáenz de Miera en León; Juan Bautista Varela y Antonio Fernández López en Lugo; Nicolás Arespacochaga en Madrid; Félix Romero Robles en Málaga;



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

José Brugarolas en Murcia; Miguel Erice y Carmelo Monzón en Navarra; José Ulloa en Orense; los ya citados Pío Linares, Leonardo García Ovies y Juan de la Torre Boulín en Oviedo; Vicente Almodóvar en Palencia; Manuel Sánchez Fabrés en Salamanca; Emilio Gómez de la Torre y Alfredo García Lorenzo en Santander; José Hierro en Segovia; Manuel Carrera Díez y Antonio Arbolí en Sevilla; Ángel Ortiz Dou en Soria; Juan José Gómez Cordobés en Teruel; José Gallarza en Toledo; Emilio Donat, Rafael Dicenta, Arturo Monfort y Julio Pastor en Valencia; José González de Langarica en Vizcaya; Antonio Díaz Burgos en Zamora y Manuel Fernández Durán en Zaragoza.

Señalaremos que la presencia de Tomás Fernández Casado en Granada tuvo una influencia trascendental en la vida de Carlos, que acudió buscando trabajar con su hermano mayor y allí conocería a Fernando de los Ríos, a la que sería su mujer, Rita Troyano, y a Federico García Lorca. También allí tomaría contacto con el ingeniero de la Diputación de Jaén, José Acuña, que le encargó los proyectos de sus primeros puentes "de altura estricta"[6].

Entre todos los citados había cinco compañeros de promoción de Ildefonso Sánchez del Río: Casimiro Coello, Julio Zapata, Nicasio Guardia, José Gallarza y Luis Sainz Aguirre.

## LOS PROYECTISTAS EN HORMIGÓN ARMADO

El hormigón armado era el material que estaba en auge cuando los ingenieros del 27 iniciaron su andadura profesional, y



HOMENAJE A ALFONSO PEÑA, 1933. EN LA FOTO, ENTRE OTROS, SÁNCHEZ DEL RÍO, MACHIMBARRENA, HIDALGO, TORROJA, AGUIRRE, SOTO BURGOS Y FERNÁNDEZ CASADO

fueron muchos los que se dedicaron a proyectar o construir estructuras de este material. Una revisión de los artículos publicados en la *Revista de Obras Públicas* durante los años veinte y primeros años treinta, muestra el amplio espectro de las inquietudes de estos ingenieros, cuyos escritos alternan con los de otros más veteranos, como Azarola, Peña, Blanc, López Rodríguez o Hué, y con la prolífica colaboración de José Eugenio Ribera, maestro de casi todos ellos.

Junto a las aportaciones téoricas de Fernández Álvarez o Gómez Cordobés, vemos un gran interés por su empleo en presas (por parte del citado Azarola) y por sus aplicaciones portuarias, tanto en muelles (Garelly) y diques secos (Entrecanales) como en cajones (Ochoa Benjumea, Torroja, Pascual Aragonés y Aguirre Hidalgo de Quintana). Sus inquietudes se extienden a una diversidad de usos para muros (Morales Lahuerta), forjados (Gallego Herrera) o tribunas deportivas (Fernández Conde), así como en traviesas ferroviarias (Alberola) o postes eléctricos (Antonio del Águila). Por supuesto, no debemos olvidar los artículos del propio Sánchez del Río sobre el IV Depósito de Aguas de Oviedo, sobre su proyecto para depósito en Madrid o sobre sus paraguas en la capital asturiana.

Entre los artículos de esos años dedicados al proyecto y construcción de puentes, aparte de los varios de Eduardo Torroja, Fernández Casado y César Villalba, pueden citarse algunos otros de interés, como el de Leonardo García Ovies acerca de su puente sobre el Nalón en Valduno (con un arco de 44 metros de luz, bien estudiado desde los puntos de vista estructural, geológico e hidráulico) o el artículo de Cipriano Salvatierra sobre el nuevo puente de Alconétar en el Tajo. Esta obra era notable no por su tipología, a base de arcos de los modelos oficiales, sino por sus dimensiones y por la problemática de las crecidas en el periodo constructivo, y, sobre todo, por su trascendencia histórica, al reponer un cruce que desde la rotura del puente romano se había tenido que realizar por barca.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



CÉSAR VILLALBA, DE UNIFORME, CON SU COMPAÑERO RAFAEL SILVELA

Pero, en conjunto, la mayoría de los artículos dedicados a puentes describen obras rutinarias, siendo las más numerosas las dedicadas a sustituir airosos viaductos metálicos de uso ferroviario por amazacotados puentes de hormigón, no pocos de ellos en masa. En todos esos casos, aparte del ahorro económico para las compañías, el único mérito que cabe atribuirles es la habilidad constructiva para mantener el tráfico por la estructura antigua mientras se construía la nueva.

Es interesante un artículo de José Entrecanales, de 1929, que no describe ninguna obra suya sino el puente recién inaugurado de La Caille; pero alude a las posibilidades del pretensado "cuyo futuro –dice– nos profetizó siempre Zafra en clase". Hay que resaltar este recuerdo a Zafra de un Entrecanales que lo conoció ya en su último año y, que, por su posición dentro de los ingenieros del 27 y por su dedicación profesional, debe ser incluido entre los discípulos de Ribera. Zafra, ya muy enfermo, seguía al tanto de la evolución de la técnica y sus acertados comentarios no pasaron inadvertidos a su aventajado discípulo.

Cuatro de los proyectistas de hormigón armado citados sobresalen entre todos los de su generación: Villalba, Torroja, Fernández Casado y Sánchez del Río. La vida y la obra de este último es objeto de la exposición y del libro-catálogo que nos ocupan y no insistiremos ahora en ellas. Los dos anteriores son sobradamente conocidos. Dedicaremos un párrafo al casi desconocido César Villalba y otro a un quinto ingeniero, Francisco Martín Gil, aun más desconocido, pues no publicó nada y falleció prematuramente. Martín Gil merece ser rescatado de un olvido del que no le ha salvado ni el viaducto que lleva su nombre.

## CÉSAR VILLALBA GRANDA

César Villalba nació en Grado, provincia de Oviedo, el 19 de diciembre de 1893[7]. Según Pedro González Bueno, Villalba era natural de Zamarramala, Segovia. Este dato carece de credibilidad; pero indica alguna vinculación familiar de Villalba con esta localidad[8].

Se preparó en la academia de don Félix Alonso Misol para ingresar en la Escuela de Caminos. Fueron sus compañeros de academia, entre otros, Juan de La Cierva y Francisco Martín Gil, con los que ingresaría en la Escuela en 1913 y con los que acabó la carrera en 1919, junto al que más tarde sería ministro de Franco, Pedro González Bueno. Este lo recuerda en sus memorias, en un párrafo que constituye una buena descripción de su carácter:

"Además de ser un gran calculista, tenía excelentes dotes de escritor, con una pluma fácil y ocurrente. Hacía unas crónicas del desarrollo de las clases que después nos leía a sus compañeros y que tenían verdadera gracia. Estaban llenas de humor e ironía, y resaltaban la forma de actuar del profesorado y de los distintos alumnos que habían intervenido en clase". Y añade: "Alcanzó éxitos importantes como profesional. Años después, en 1938, el ministro de Obras Públicas



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



PUENTE DE ALARZA PARA EL CRUCE DE LA CARRETERA DE GUADALUPE A NAVALMORAL DE LA MATA SOBRE EL RÍO TAJO. CÉSAR VILLALBA

Alfonso Peña le encomendó la construcción del viaducto sobre el río Esla con un arco de hormigón armado de cien metros de luz (sic), seguramente la mayor del mundo de su tipo en aquellas fechas".

No nos consta a qué se dedicó en sus primeros años de ejercicio profesional, pero hay indicios de que colaboró en alguna academia de preparación; tal vez en la del propio Alonso Misol. Al tratar sobre el puente de Alarza, afirma que contó con la colaboración de "su antiguo alumno" Juan Reguart. Dado que Reguart ingresó en la Escuela en 1923, cabe pensar que hasta ese año se dedicase Villalba, total o parcialmente, a la enseñanza. Sus dos primeras colaboraciones en la *Revista de Obras Públicas* revelan ya preocupaciones muy distintas. En 1926 escribió sobre "Los combustibles líquidos en los puertos" y en 1927 sobre "Las pérdidas por evaporación en España". Este último trabajo corresponde al periodo en que, tras ingresar al servicio del Estado, entró como ingeniero subalterno en el Consejo de Obras Públicas. Desde allí pasó, en 1929, a la recién reorganizada jefatura de Puentes y Cimentaciones.

En el escalafón de 1º de marzo de 1936, figura como subalterno, a las órdenes del jefe José López Rodríguez, junto con Mendiguchía, Mariano Laguna y su compañero de promoción Juan Romera. Después de la guerra se reorganizó la Jefatura, que pasó a ser de Puentes y Estructuras; en el escalafón de 26 de septiembre de 1940, el jefe era José Calvín Redondo y los subalternos, Villalba, Laguna, Sans Brunet, Díaz Burgos, Muñoz Laborde y Vicente Roglá.

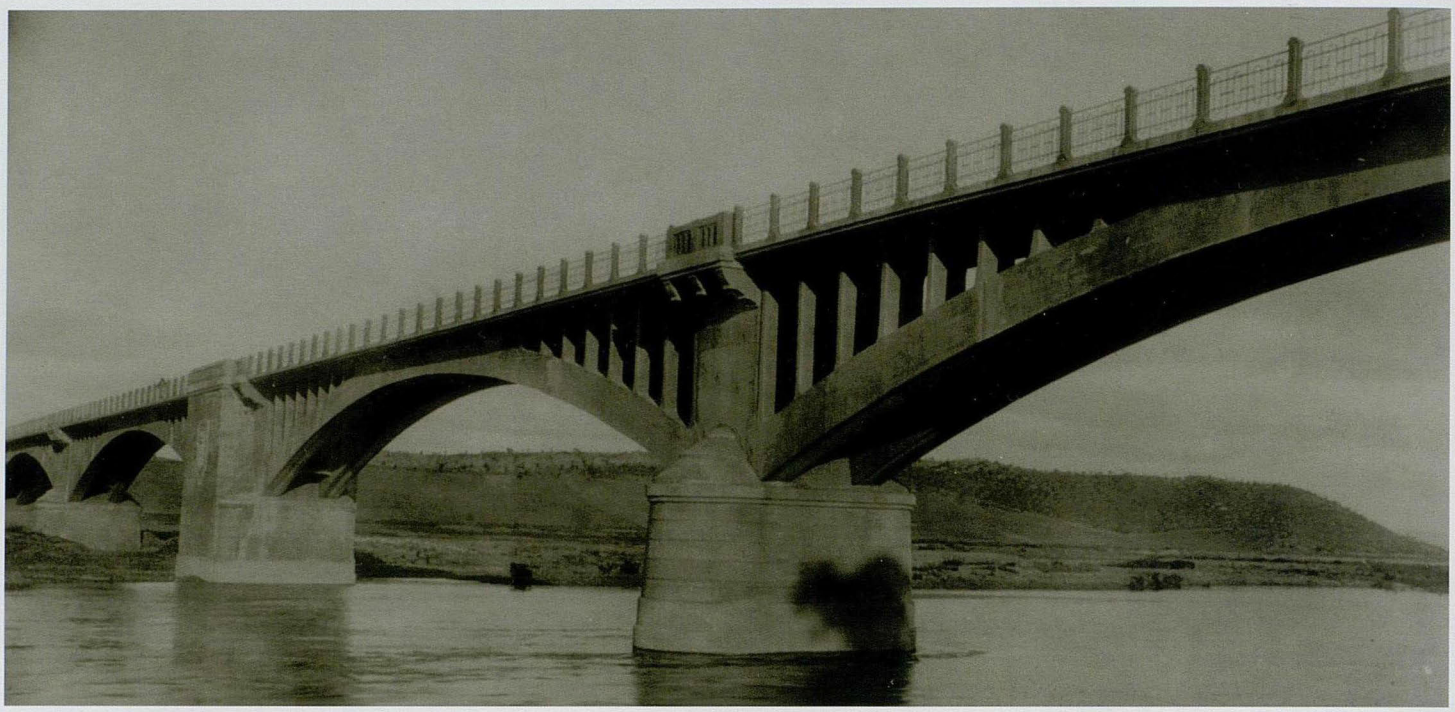
Al ascender a ingeniero jefe en 1941, César Villalba fue nombrado segundo jefe de la Jefatura de Puentes y Estructuras y en 1943 pasó a ser primer jefe de la misma[9]. Su presencia al frente de este organismo le dio un mayor dinamismo, que pronto habría de traducirse en un conflicto de competencias con las jefaturas provinciales de Obras Públicas, responsables, hasta entonces, de la gran mayoría de los proyectos de puentes.

En las Actas de la Asociación de Ingenieros de Caminos se recogen noticias sobre el conflicto de competencias planteado por algunas jefaturas de Obras Públicas frente a la de Puentes y Estructuras. Así, la asamblea de la Comisión Central de 19 de junio de 1943, a solicitud de la Zona de Valencia, se planteó las atribuciones de la Jefatura de Puentes y Estructuras, a propósito de dos puentes de 50 y 35 m de luz, segregados a la Jefatura de Teruel y encargados a la de Puentes y Estructuras. Con este motivo, dicha Zona pidió hacer una recopilación de las disposiciones relativas al ramo de las obras públicas. Debió de transmitirse esta preocupación a la Jefatura de Puentes y Estructuras, que contestó, como queda recogido en el acta de la reunión de 10 de marzo siguiente, aunque no nos ha quedado constancia de la resolución de la asamblea.

En la reunión del 12 de diciembre de 1944, esta vez a petición de la Zona de Valladolid, volvió a plantearse la cuestión de las facultades de la Jefatura de Puentes y Estructuras y de sus roces con las jefaturas de Obras Públicas. Y nuevamente, el 20 de junio, volvió a insistir en la cuestión la Zona de Valladolid. Posiblemente los roces venían de la construcción del puente de Peñafiel, que Villalba describe en la *Revista de Obras Públicas*[10].



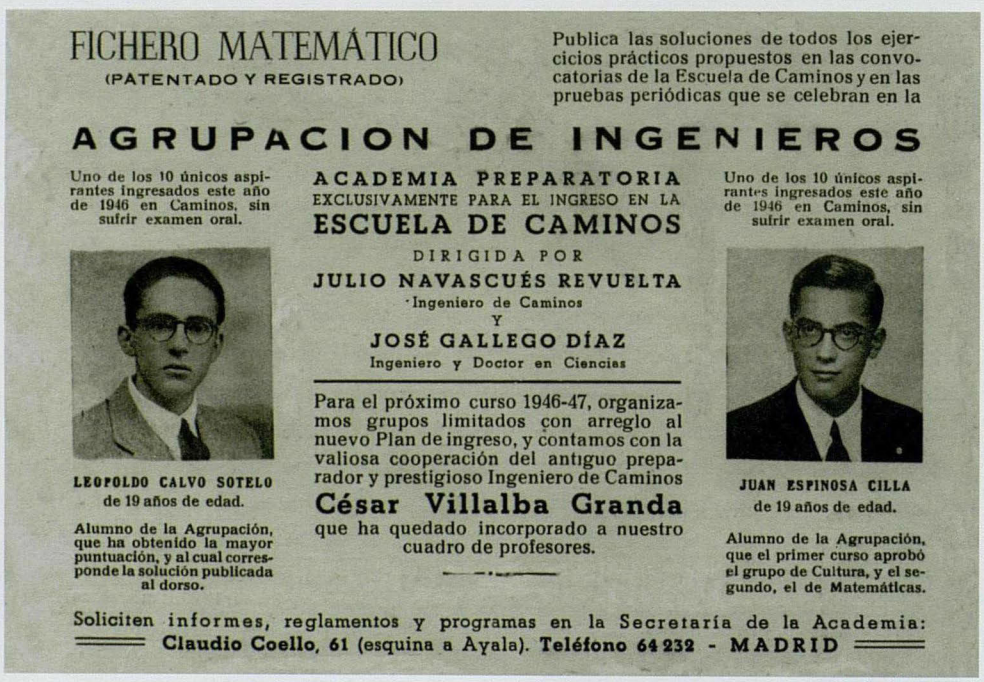
FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



PUENTE DE VILLANUEVA DE LA SERENA PARA LA CARRETERA DE VILLANUEVA A GUADALUPE SOBRE EL RÍO GUADIANA. CÉSAR VILLALBA

No todo fueron críticas a Villalba en esos meses. Como consecuencia de la visita de una delegación de ingenieros portugueses, se produjo una petición del subsecretario de ese país para que se hiciera en Lisboa una exposición de maquetas de obras proyectadas por la Jefatura de Puentes, con una conferencia de su director, César Villalba[11].

Pero, al final, estos roces acabaron determinando la destitución de Villalba. En julio de 1945, su amigo y valedor Alfonso Peña cesó al frente del Ministerio y fue sustituido por el artillero José María Fernández Ladreda. El 22 de octubre de 1945, Villalba era destinado al Consejo de Obras Públicas, a las órdenes de su presidente, para informar como especialista los proyectos de importancia. Este eufemismo representaba su cese y el descabezamiento de la Jefatura, pues el puesto de jefe quedó vacante. En el escalafón de 1º de marzo de 1947 solo aparecen en dicho servicio los subalternos Julio Sans Brunet, Mariano Laguna, Antonio Díaz Burgos y Vicente Roglá. César Villalba, que en aquel momento era el nº 46 de los jefes de 2ª clase, figura en el Consejo, a las órdenes del presidente. Es significativo que Sans Brunet, que no había escrito nada con anterioridad, publicase a mediados de 1946 un artículo en la *ROP* acerca de un modesto puente de dos tramos rectos de 28 metros sobre el río Bellós, terminado en 1944.




TARJETA DE PROPAGANDA DE LA ACADEMIA AGRUPACIÓN DE INGENIEROS DE MADRID, 1946



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



PUENTE DEL PEDRIDO SOBRE LA RÍA DE BETANZOS. CÉSAR VILLALBA

Eso sí, en la Orden Ministerial en que se le retiraba de su puesto, se hacía una encendida alabanza de su labor: "El actual Jefe de la Jefatura de Puentes y Estructuras, con indudable capacidad y constancia, ha llegado a especializarse en las diferentes cuestiones constructivas de las estructuras hiperestáticas de todo orden, dominando los más modernos procedimientos de cálculo y llevando a cabo atrevidas concepciones".

No consta qué clase de asesoramiento pudo dar César Villalba al presidente del Consejo de Obras Públicas. Según datos que obran en su expediente, parece que preparó una instrucción para la reconversión de tramos metálicos en tramos de hormigón armado; pero, de hecho, este fue el final de su carrera profesional. No volvió a intervenir en el proyecto de ningún puente y quedó infrautilizado. Lo extraño del caso es que no mediase Sánchez del Río, que, como sabemos, se preocupó en bastantes ocasiones de los problemas laborales de los compañeros.

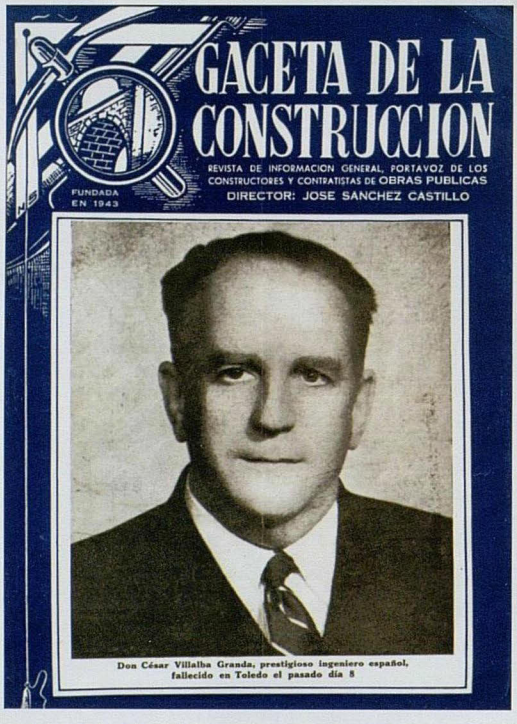
Resulta significativo el aviso aparecido en 1946 en una tarjeta de propaganda de la Academia Agrupación de Ingenieros, que regentaban Julio Navascués y José Gallego Díaz, en Claudio Coello esquina a Ayala. Se han conservado dos versiones: una anunciaba el ingreso de sus alumnos Juan Espinosa Cilla y Leopoldo Calvo-Sotelo y reproducía la solución dada por éste a uno de los problemas propuestos. En la otra, se anunciaba, además, que, para el curso 1946-1947, se contaría con "la valiosa cooperación del antiguo preparador y prestigioso ingeniero César Villalba Granda". Desconocemos cuál de estas versiones es la primera; pero lo probable es que fuera la segunda, hecha para anunciar el "fichaje" de Villalba. En conversación con la hija de César, "Peque" Villalba, ésta no recordaba que su padre hubiera dado clase en la academia, pero sí que Gallego Díaz era amigo de la casa, pues era vecino de los Villalba en su domicilio de Alarcón, 39[12]. Se trató pues de un apoyo moral, y tal vez también económico, ofrecido por Navascués y Gallego, en aquellos momentos difíciles.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



INAUGURACIÓN DEL PUENTE DEL PEDRIDO SOBRE LA RÍA DE BETANZOS




FOTOGRAFÍA DE CÉSAR VILLALBA GRANDA EN LA PORTADA DE *GACETA DE LA CONSTRUCCIÓN* PUBLICADA CON MOTIVO DE SU FALLECIMIENTO

Según consta en su expediente personal, a partir de 1948, César Villalba hizo varios intentos para salir de esta situación y presentó solicitudes, que no fueron atendidas, para ocupar plazas en el puerto de Santander, en el de Ceuta y en otros puestos. Esos intentos indican la insatisfacción de un funcionario que, siendo ya cincuentón y con familia asentada en Madrid, estaba dispuesto a trasladarse a los puntos más alejados de la periferia y dar un giro radical a su carrera para dedicarse a los puertos, en detrimento de los puentes, que habían sido su vocación.

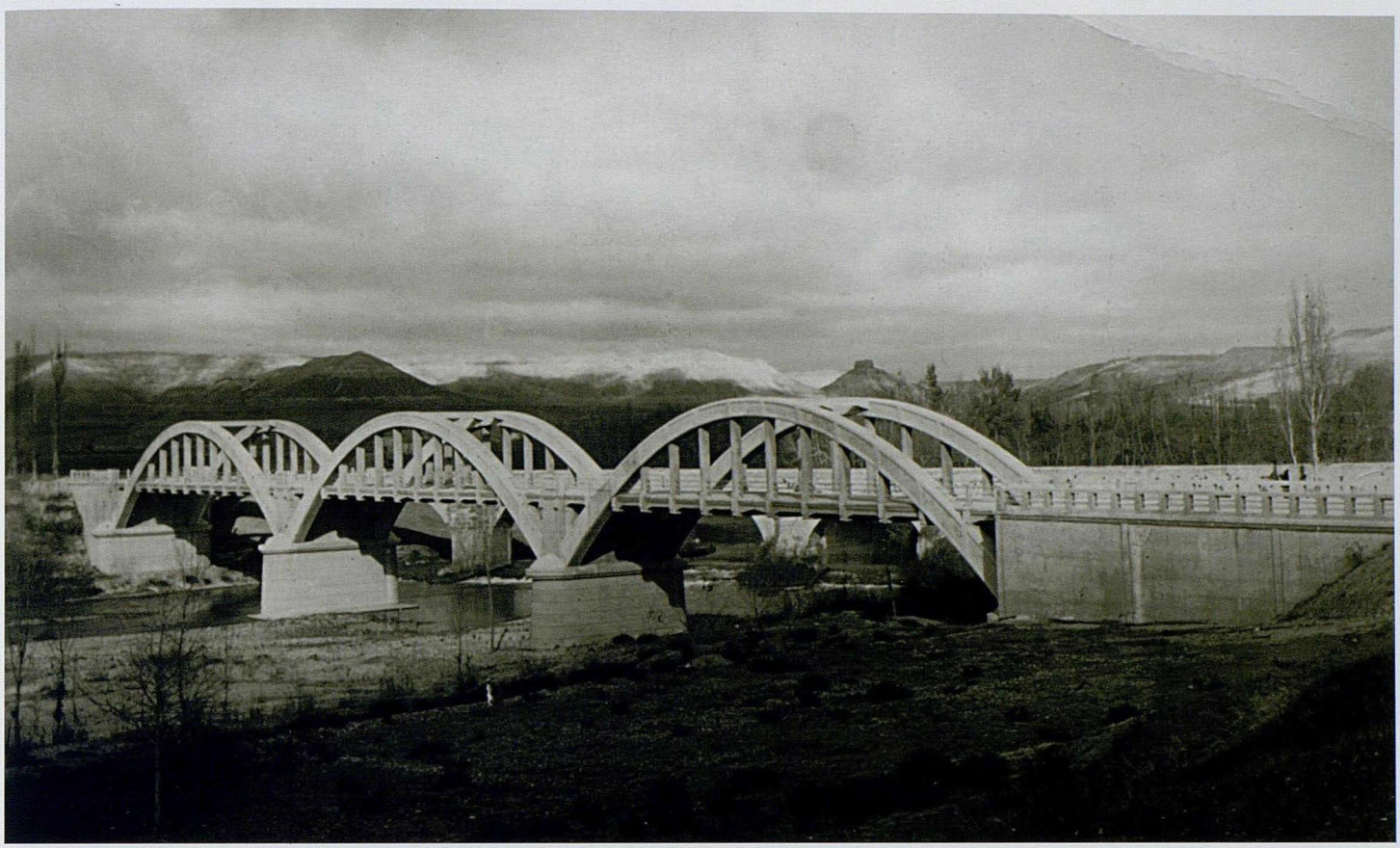
Esta situación de ostracismo se prolongó cinco años, hasta que, en abril de 1950, fue nombrado jefe de Obras Públicas de Toledo. Prácticamente no había hecho más que tomar posesión, cuando, el 8 de junio, falleció de forma repentina en el transcurso de una comida para celebrar el día del Corpus. A su entierro asistió, tal vez con un punto de mala conciencia, el ministro, acompañado por todos los directores generales del departamento[13].

Lo más sobresaliente de la obra de Villalba, muy copiosa, puede seguirse a través de sus colaboraciones en la *ROP*. Destaca en primer lugar el puente de Alarza, para el cruce de la carretera de Guadalupe a Navalmoral de la Mata sobre el río Tajo. Consta de un arco formado por dos bóvedas de 70 m de luz, con 17 m de flecha, más dos tramos laterales de 20 m de luz. Villalba efectuó el cálculo siguiendo el método expuesto por Zafra en su *Cálculo de Estructuras*, contando con la colaboración, como se ha dicho, de Juan Reguart. Los trabajos, bajo la supervisión de Villalba, auxiliado por los ayudantes Vicente Cruz y José Martínez Piqueras, estuvieron a cargo de la Nueva Sociedad General de Construcciones, de Juan Machimbarrena. Empezaron en diciembre de 1928 y se terminaron el 19 de diciembre de 1929[14].

La siguiente obra de interés de la que Villalba dio noticias en la *ROP* es el puente de Villanueva de la Serena, sobre el río Guadiana, para la carretera de Villanueva a Guadalupe. Esta obra había sido adjudicada en 1915 a Eugenio Grasset sobre la base de un proyecto de Zafra de 7 vigas rectas de 40 m de luz, más dos vanos laterales de 18 m. Rescindida la contrata, la Jefatura de Cimentaciones realizó éstas, bajo la dirección de Martín Gil, mediante la hinca de cajones por aire comprimido, terminándolas en septiembre de 1928. En marzo de 1929 se encargó el nuevo proyecto. La construcción empezó en julio de 1930, a cargo de Cayetano Rodríguez Noguera, bajo la inspección de Villalba y de su ayudante Martínez Piqueras. El puente fue inaugurado el 11 de diciembre de 1932 con asistencia del subsecretario, en repre-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



PUENTE DE PEÑAFIEL SOBRE EL RÍO DUERO. CÉSAR VILLALBA

sentación del ministro Prieto[15]. En un segundo artículo aparecido aquel mismo año trató detenidamente la problemática hidráulica del río y el diseño hidrológico de la avenida de proyecto, así como de la luz libre total necesaria.

Otros puentes descritos por César Villalba en la *ROP* son el puente Vierendeel, en Riera de Caldas, Barcelona; el puente del Adaja en Matapozuelos, arco elíptico de 36 m de luz cuya construcción se encomendó a la Jefatura de Cimentaciones después de haber fracasado la de Obras Públicas de Valladolid; el puente sobre el Tajo cerca de Estremera, con un arco de 66 m de luz rebajado al 1/10; el puente sobre el Guadiana en Lobón, Badajoz, de 538 m de luz. Después de la guerra, aparte del viaducto del Esla, al que nos referiremos más adelante, se ocupó del puente sobre el río Ebro en Tortosa (el "puente del Estado", según la denominación local), y del puente sobre el Guadalquivir en Brenes[16].

De gran alcance fueron el proyecto reformado y la construcción del interesante puente del Pedrido, sobre la ría de Betanzos. Constaba de 13 arcos de 32 m de luz en los vanos laterales y un arco central atirantado de 75 m de luz, que era, al proyectarse, el tercero más grande del mundo en su género. Especial dificultad presentó la cimentación, causa de la rescisión del proyecto previo de Yordi Menchaca y que Villalba resolvió con pilotes de diversos tipos[17].

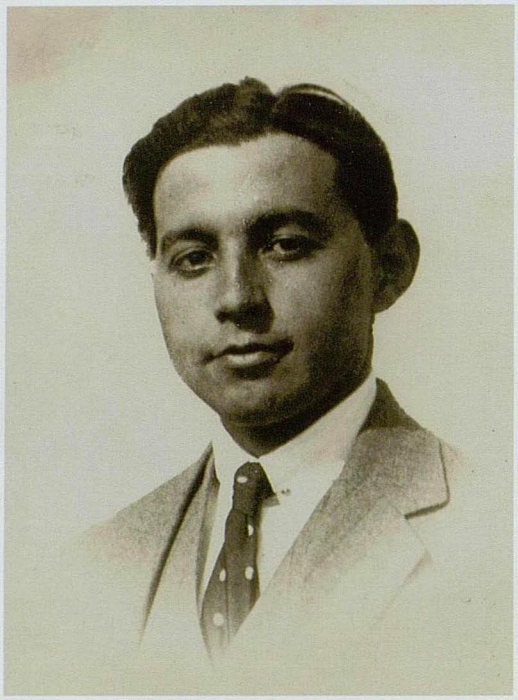
En definitiva, las obras de César Villalba se extendieron por toda España, salvando los principales cursos de agua de la península, generalmente sobre terrenos con las máximas dificultades, pues normalmente se encomendaron a la Jefatura ante la imposibilidad de realizar los proyectos previos con cimentaciones mal estudiadas. En sus proyectos, Villalba se muestra como un ingeniero completo, que tiene en cuenta con detalle tanto los aspectos funcionales y estructurales como los aspectos hidrológicos, geológicos y constructivos de cada uno de los puentes.

## FRANCISCO MARTÍN GIL

Nació en Cantalejo, Segovia, el 9 de marzo de 1896. Terminó la carrera, como se ha dicho, en 1919 y pasó a trabajar en Andalucía, a las órdenes de Joaquín Ortiz de Villajos, con cuya hija se casaría más tarde. Realizó diversas obras de cimentaciones y colaboró con el Ayuntamiento de Málaga. Al ingresar al servicio del Estado, tras breves destinos en la Jefatura de Obras Públi-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FRANCISCO MARTÍN GIL



Gaceta de Madrid.—Núm. 325 21 Noviembre 1935 1481

alegaciones del opositor a la plaza de Maestro del Taller de Carpintería porque no fueron provenidas ante el Tribunal a su debido tiempo y porque, en general, se refieren a cuestiones de criterio en la apreciación de los méritos y de las pruebas de aptitud, que sólo al Tribunal compete, y no a irregularidades en la interpretación de las reglas de la convocatoria, ni a parcialidad manifiesta en la aplicación de los preceptos de la misma,

El Negociado y la Sección proponen:

1.° Que se confirme la propuesta del Patronato referente a la provisión de las plazas de Profesores de Ciencias físicas y naturales y Tecnologías eléctricas y químicas a favor de D. Ernesto Rivera Gran; de Mecánica y Motores, a favor de D. Enrique Domenech Roura; de Dibujo industrial, a favor de don Ignacio Escudero Delgado; de Higiene industrial y Educación física, a favor de D. Luis Reyes Romero; de Auxiliar de Dibujo industrial, a favor de don José Olmo Bonilón, y de Maestros del Taller de Forja y Ajuste, a favor de D. Francisco Folgueras Saárdz, y de Carpintería, a favor de D. Antonio Aragón Rodríguez, con el haber anual de 3.000 pesetas los tres primeros; de 2.200, el cuarto; de 2.000, el siguiente, y de 2.500, los dos últimos, que percibirán con cargo a los fondos propios del Patronato.

2.° Que se nombre, de acuerdo con la calificación del Tribunal, Profesor de Gramática española, Francés, Geografía y Legislación industrial al único concursante, D. Alberto Blanco Roldán, con el haber de 2.000 pesetas anuales, que percibirá de los mencionados fondos del Patronato.

3.° Que vuelva a constituirse el Tribunal de Matemáticas, previa citación de los dos aspirantes que actuaron en el comienzo de las pruebas de aptitud, a fin de que éstos verifiquen el ejercicio completo, desarrollando dos temas sacados a la suerte entre diez que redactará el Tribunal en el mismo acto, y señalando concretamente el tiempo que, como máximo, estime adecuado conceder el Tribunal para su contestación por escrito.

4.° Que se suspenda todo acuerdo definitivo acerca del concurso para la provisión de la plaza de Maestro del Taller de Mecánica hasta tanto se realice por el Presidente del Patronato una información acerca de las fechas en que fueron presentada en Secretaría la instancia documentada del aspirante Sr. Padilla Plasé solicitando tomar parte en el concurso.

5.° Que los nombramientos a que se refieren los apartados 1.° y 2.° se expidan con el carácter de provisionalidad que determina el artículo 29 del libro I del Estatuto vigente de Formación profesional y el de Contrato de trabajo que establece la Real orden de 27 de Diciembre de 1928.

Y el Consejo entiende que debe resolverse de acuerdo con el Negociado y Sección de este Ministerio, debiendo, asimismo, realizarse nuevas pruebas para la plaza de Matemáticas, pero ante un nuevo Tribunal, y que, antes de resolver lo referente a la provisión de la plaza de Maestro del Taller de Carpintería, proceda se informe por el Tribunal y el Patronato la instancia de protesta presentada por el Sr. Hernández Quirantes."

Y este Ministerio, conformándose con el preinserto dictamen, se ha servido resolver como en el mismo se propone.

Madrid, 9 de Octubre de 1935.

P. D.,
JUSTO VILLANUEVA

Señor Subsecretario de este Ministerio.

## MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES

ORDENES

Ilmo. Sr.: La Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos ha expuesto a este Ministerio su deseo de honrar la memoria de su compañero D. Francisco Martín Gil, dando su nombre al viaducto del ferrocarril de Zamora a La Coruña, en construcción sobre el embalse del río Esla, viaducto proyectado por dicho Ingeniero y cuyas características técnicas e importancia constructiva son excepcionales en la Ingeniería española y muy notables en la mundial.

Es muy loable el deseo de la citada Asociación de Ingenieros, que demuestra una noble preocupación por el justo incremento y reconocimiento de sus valores intelectuales y morales, referidos en el caso presente a uno de sus miembros, muerto en la plenitud de su actividad en la profesión, y es también de alto interés nacional fomentar tales valores y actitudes, rindiendo al mismo tiempo culto a la justicia, muy especialmente en el caso del preclaro Ingeniero. En consecuencia,

Este Ministerio tiene a bien disponer: En atención a los méritos extraordinarios del malogrado Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos don Francisco Martín Gil y a su notable proyecto de viaducto sobre el embalse del río Esla, en el ferrocarril de Zamora a La Coruña, dicha obra se llamará en lo sucesivo "Viaducto Francisco Martín Gil", nombre que constará en todos los documentos oficiales y que se inscribirá en parte visible de la obra de la fábrica, en unión de los atributos del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Madrid, 14 de Noviembre de 1935.

LUIS LUCIA

Señor Subsecretario de este Ministerio.

Ilmo. Sr.: De conformidad con lo propuesto por el Director de la Escuela Oficial de Telecomunicación, y con el fin de que disponga este Centro de enseñanza de normas concretas a que sujetar sus vacaciones, sin necesidad de consulta para cada caso, he dispuesto que, en lo sucesivo, la citada Escuela Oficial de Telecomunicación se rija por el mismo calendario escolar vigente para la Escuela de Ingenieros de Caminos, dependiente también de este Ministerio.

Lo que de Orden ministerial comunico a V. I. a los efectos oportunos.

Madrid, 12 de Noviembre de 1935.

P. D.,
LUIS MONTES

Señor Subsecretario de Comunicaciones.

Ilmo. Sr.: De conformidad con lo propuesto por el Director de la Escuela Oficial de Telecomunicación,

Este Ministerio ha tenido a bien disponer que sea la Dirección de la Escuela quien, por delegación del señor Subsecretario de Comunicaciones, resuelva todas las instancias de petición de asistencia a las clases, con excepción expresa de aquellas que lleven implícita o explícitamente envuelta la concesión de un traslado, una modificación de turno o de servicio del funcionario que la solicite.

Lo que de Orden ministerial comunico a V. I. a los efectos oportunos.

Madrid, 13 de Noviembre de 1935.

P. D.,
LUIS MONTES

Señor Subsecretario de Comunicaciones.

## MINISTERIO DE TRABAJO, JUSTICIA Y SANIDAD

ORDENES

Solicitada del Ministerio de Trabajo, Justicia y Sanidad, por D. Julio Navarro, Párroco en Peña (Asturias), autorización para la venta de una finca

*GACETA DE MADRID* Nº 325 DE 21 DE NOVIEMBRE DE 1935 DONDE APARECE LA ORDEN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES EN QUE SE DA EL NOMBRE DE FRANCISCO MARTÍN GIL AL VIADUCTO FERROVIARIO SOBRE EL RÍO ESLA EN LA PROVINCIA DE ZAMORA

cas de León y en la División Hidráulica del Guadalquivir, pasó a la Jefatura de Cimentaciones, que en 1929 fue reorganizada como Jefatura de Puentes y Cimentaciones.

En este organismo, en el breve plazo de cuatro años, desarrolló una intensa actividad, construyendo, entre otros, los puentes de las carreteras de Peal a Villacarrillo y de Posadas a La Rambla, ambos sobre el Guadalquivir. Consolidó también el puente sobre el Ebro de la carretera de Briones a Peñacerrada, en La Rioja, y cimentó el del río Caudal, en Mieres. También proyectó y comenzó la construcción del puente de Pizarra, sobre el río Guadalhorce, en Málaga. Se trataba de reconvertir a hormigón armado un proyecto de puente metálico cuya contrata se había rescindido en 1929. Diseñó para ello un arco de 45 m de luz y 6,75 m de flecha, apoyado sobre salmeres de 2,50 m cada uno. Cuando Martín Gil murió, el puente estaba en construcción y de su terminación se encargaron Lino Álvarez Valdés, primero, y finalmente su compañero César Villalba[18].

Proyectó, asimismo, con la colaboración de Torroja, un puente sobre la ría del Eo, en sustitución del antiguo proyecto de viaducto elevado de Luis Vasconi y José Bores. Se trataba de una estructura de 480 m de longitud, con tableros separados para ferrocarril y carretera. Estaba formado por tramos de 20 m de luz sobre palizadas pilotadas y un tramo levadizo de 23 m de luz, necesario a causa de la escasa elevación de su rasante. Este proyecto fue, después de la guerra, sustituido por otro elevado de Torroja, que tampoco se construyó, y habría que esperar hasta los años ochenta para que se emprendiese el gran viaducto de Los Santos, con proyecto de Manuel Juliá[19].

La obra que habría de darle fama fue el viaducto ferroviario que hoy lleva su nombre, sobre el río Esla, en la provincia de Zamora. Se trata de un puente de 480 m de longitud, con un gran arco central de 209 m de luz, que no llegó a ver construido. Villalba quedó al frente del proyecto, con la asesoría de Alfonso Peña; pero, al sobrevenir la guerra y hacerse éste cargo del Ministerio, su puesto fue ocupado por Eduardo Torroja. La principal aportación de Torroja fue la sustitución de la cimbra de madera por otra metálica, que quedó incorporada a la estructura. El viaducto se terminó en 1943 y ostentó en ese momento el récord mundial de puentes en arco de hormigón armado. Por parte de la Administración intervino Antonio Salazar, compañero de promoción de Sánchez del Río[20].

Francisco Martín Gil falleció en Madrid el 30 de marzo de 1933, a los 37 años[21]. Su muerte, en plena juventud, causó gran conmoción entre los ingenieros de Caminos, que organizaron una masiva suscripción de apoyo a la viuda. El 14 de junio nacería su hijo Francisco Martín-Gil Ortiz de Villajos, que con el tiempo habría de seguir la profesión paterna. La Asociación de Ingenieros de Caminos gestionó cerca del Ministerio, entonces denominado de Obras Públicas y Comunicaciones, que se diese su nombre al viaducto sobre el Esla, lo que se aprobó por Orden Ministerial de 14 de noviembre de 1935, firmada por Luis Lucía[22].



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



VIADUCTO MARTÍN GIL EN CONSTRUCCIÓN

NOTAS

[1] "Sánchez del Río y Fernández Casado, dos ingenieros de la generación del 27", *Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, I, pp. 141-159, Logroño, 2003.

[2] ORTEGA SPOTTORNO, JOSÉ, "Un ingeniero del 27. En la muerte de Francisco Bustelo", *El País*, 1986.

[3] MORENO CASTAÑO, BEGOÑA, *José Entrecanales Ibarra. Ingeniero, empresario y profesor (1899-1900)*, Madrid, Grupo Entrecanales, S.A. / Acciona / Fundación José Entrecanales Ibarra, 2011.

[4] Véase CARREÑO, ÁNGEL MARIO y LÓPEZ VIZCAÍNO, PILAR, *Ingenieros de Caminos en el Congreso de los Diputados*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos / Congreso de los Diputados, 2000.

[5] "Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Escalafón, 26 de septiembre de 1940", Madrid, *Revista de Obras Públicas*, 1940. Debo la consulta de esta obra a la amabilidad de la secretaria de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Rosario Martínez y Vázquez de Parga.

[6] BURGOS NÚÑEZ, A., OLMO GARCÍA, J. C. Y SÁEZ PÉREZ, M. P., "Carlos Fernández Casado y José Acuña. Los primeros puentes de altura estricta" (pendiente de publicación).

[7] Expediente personal de CÉSAR VILLALBA, Archivo MF, leg. 5709. Debo algún dato de este expediente, que no he consultado, a la directora del archivo CONCHITA PINTADO y a FRANCISCO JAVIER RUBIATO.

[8] GONZÁLEZ-BUENO Y BOCOS, PEDRO, "En una España cambiante", Madrid, Áltera, 2006, p. 41.

[9] S.C.A. (SALVADOR CANALS ÁLVAREZ), "Necrología. Ilmo Sr. D. César Villalba Granda", *ROP*, julio 1950, pp. 385-386.

[10] VILLALBA, CÉSAR, "Puentes de tablero intermedio", *ROP*, 1945, pp. 385-399 y 461-470.

[11] *ROP*, julio 1945, p. 329.

[12] CÉSAR VILLALBA, casado con IRENE GUTIÉRREZ AYALA, tuvo cuatro hijas: JOSEFINA, CARMEN, MATILDE y MARÍA LUISA. CARMEN, que llevaba siete años a la siguiente, fue durante esos años "la peque", y con ese apodo ha llegado hasta nuestros días.

[13] Sobre el carácter brusco de LADREDA, que, al estilo de INDALECIO PRIETO, primero tomaba una decisión drástica al margen de cualquier procedimiento administrativo, y luego, llegado el caso, daba marcha atrás, véanse las memorias, *La vida mía*, de ÁNGEL DEL CAMPO, que fue jefe de su gabinete. También mi padre sufrió un amago de expulsión del Consejo de Obras Públicas sin más base que una acusación calumniosa; pero la rápida reacción de las fuerzas vivas del Cuerpo provocó la rectificación y las disculpas del impulsivo ministro.

[14] VILLALBA, CÉSAR, "El puente sobre el río Tajo en Alarza", *ROP*, 1930, pp. 107-122.

[15] VILLALBA, CÉSAR, "El puente sobre el río Guadiana en Villanueva de la Serena", *ROP*, 1933, pp. 159-168 y 433-440.

[16] Sobre estas obras ver sus artículos en la *Revista de Obras Públicas*, 1933, pp. 477-482; 1934, pp. 167-171; 1934, pp. 225-232; 1935, pp. 70-76 y 81-85; 1941, pp. 234-240 y 1942, pp. 12-19; 1942, pp. 234-240, respectivamente.

[17] VILLALBA, CÉSAR, "El puente de El Pedrido", *ROP*, 1943, pp. 500-513, y 1944, pp. 77-88.

[18] VILLALBA, CÉSAR, "El puente sobre el río Guadalhorce, en Pizarra, Málaga", *ROP*, 1936, pp. 185-190, 207-211 y 225-229.

[19] PISA MENÉNDEZ, PEDRO, "Ingeniería civil en el Principado de Asturias", *Cauce 2000*, 89, noviembre-diciembre, 1998, pp. 45-60. AGUILÓ, MIGUEL, *Túneles y viaductos para los caminos de España*, ACS, Madrid, 2005, p. 283.

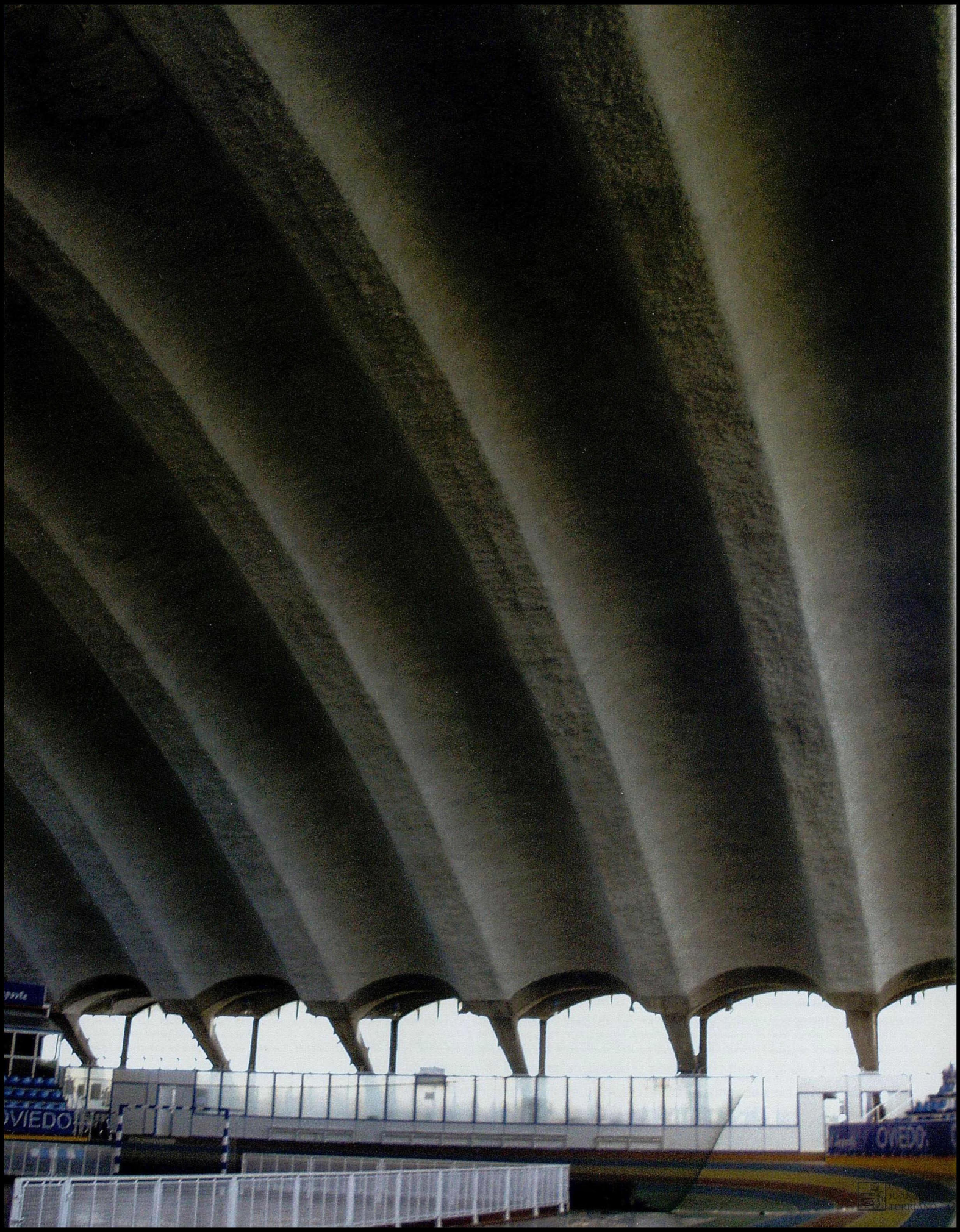
[20] CASTELLÓN ORTEGA, F., VILLALBA GRANDA, C., SALAZAR, A. y TORROJA MIRET, E., "Viaducto Martín Gil", *ROP*, 1942, pp. 90, 500-510, 531-54 y 579-589, y 1943, pp. 91, 17-25 y 65-74.

[21] VILLALBA, CÉSAR, "Don Francisco Martín Gil", *ROP*, 1933, pp. 195-196.

[22] *Gaceta de Madrid*, 21 noviembre 1935.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO


OVIEDO
OVIEDO

# EL INGENIO DE SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN

JOSÉ CALAVERA

Conocí a Ildefonso Sánchez del Río en el año 1959, en el Congreso que más adelante comentaré. Luego, con ocasión de estar dirigiendo la obra de un polígono industrial en Torrejón, con varias naves prefabricadas, el constructor, que era asturiano y amigo de Ildefonso Sánchez del Río, lo trajo un día a la obra y charlamos en extenso.

Me alegro mucho que se celebre esta exposición sobre Sánchez del Río porque es una figura excepcional dentro de la Ingeniería Civil española y desgraciadamente muy poco conocida.

Ildefonso Sánchez del Río nació en el año 1898 y acabó la carrera de ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en el año 1922. Yo creo que él entendió, como comenta en sus escritos, lo que le enseñaba Ribera, que ingeniero viene de ingenio y, por lo tanto, yo creo que en toda su vida profesional fue enemigo de las rutinas y de los caminos previamente trazados y se encontró con que cada proyecto, e hizo un gran número de ellos, entrañaba un desafío, al cual él se enfrentaba con la mente limpia y despejada, intentando buscar el método más adecuado para cada caso. Lo cual le condujo a que en un gran número de sus obras utilizase procedimientos innovadores.

Ildefonso Sánchez del Río fue repetidamente, en la mayoría de sus proyectos, un ingeniero original. Hemos escogido tres ejemplos, entre los muchos que cabría elegir, que son: el Depósito de Aguas de Oviedo; el Estadio Carlos Tartiere y la Cubierta del Palacio de Deportes de Oviedo.

INTERIOR DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

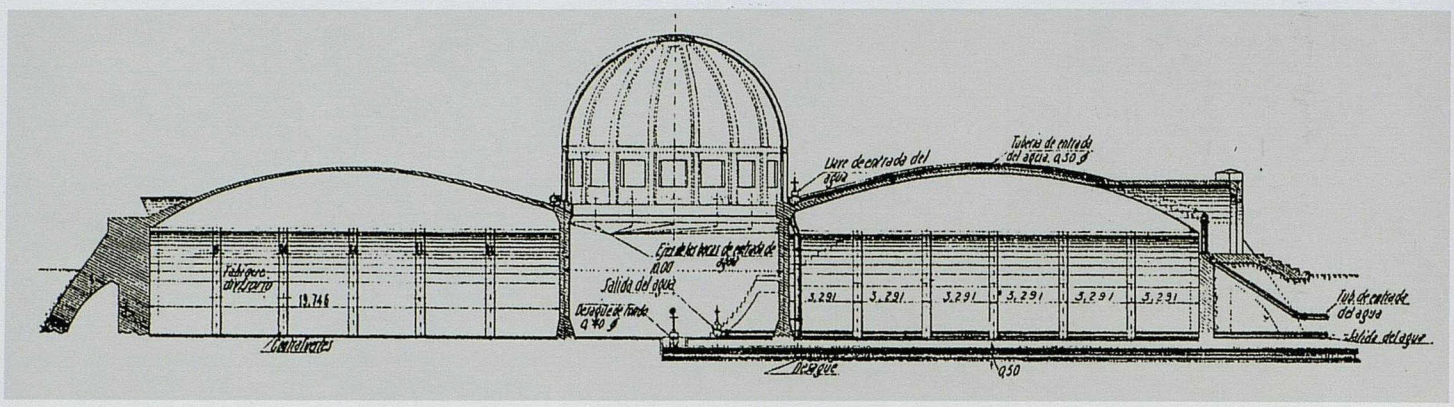



FIGURA 1. SECCIÓN DEL IV DEPÓSITO DE AGUAS DE OVIEDO

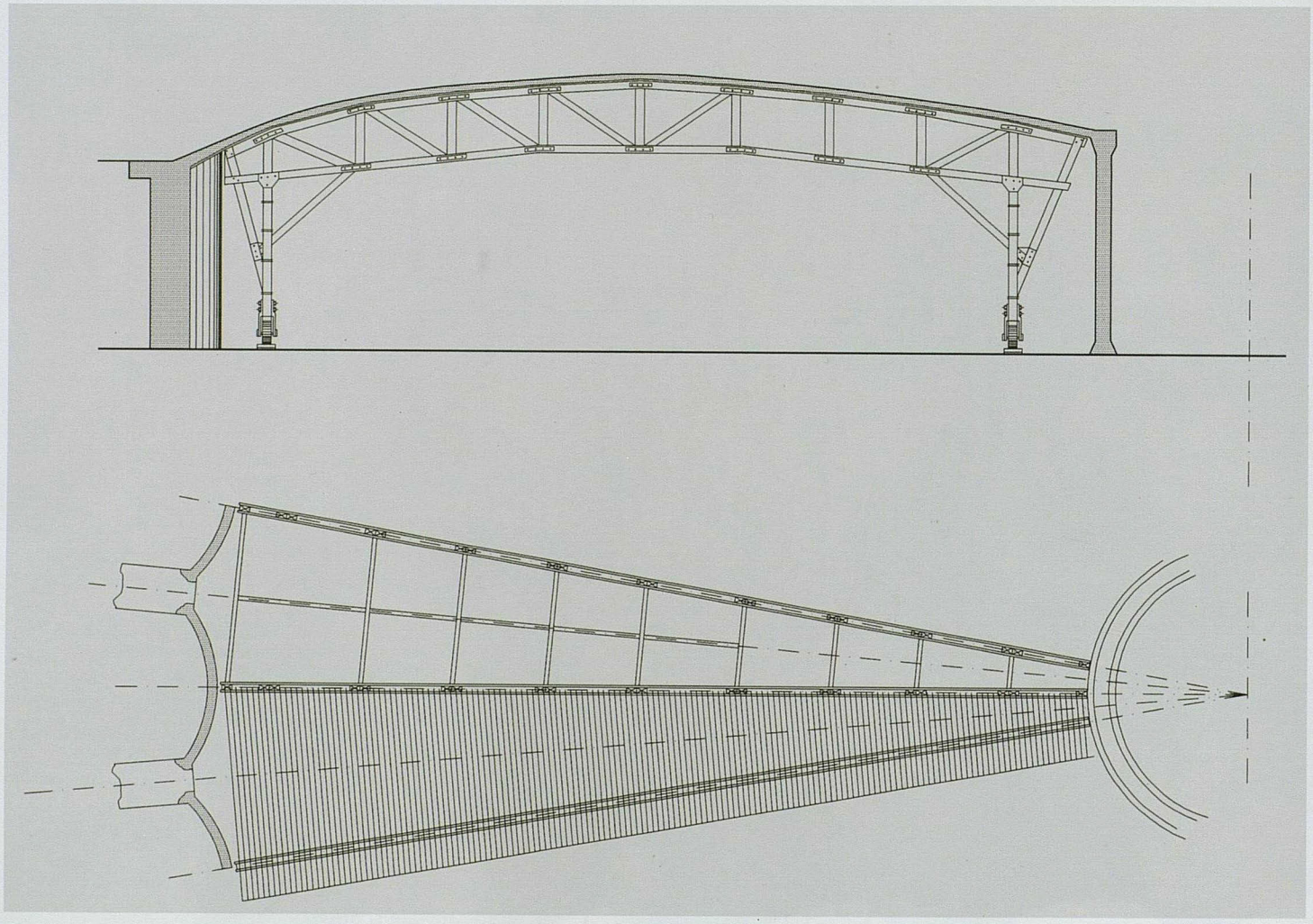
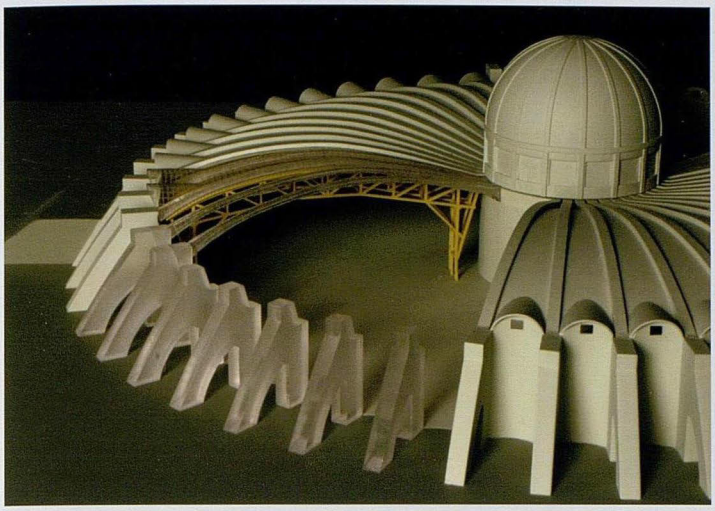
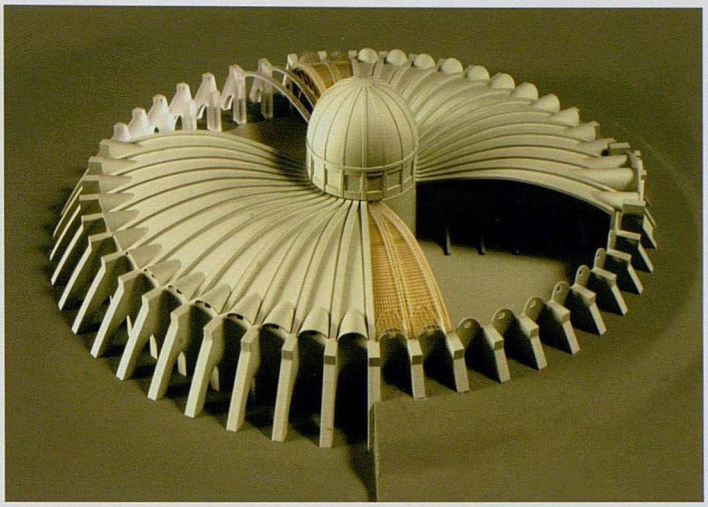


FIGURA 2. PLANTA Y ALZADO DE LA CIMBRA VIAJERA DEL IV DEPÓSITO DE AGUAS DE OVIEDO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO





FIGURAS 3A Y 3B. MAQUETA DEL IV DEPÓSITO EN CONSTRUCCIÓN. CEDEX-CEHOPU. MAQUETISTA: JORGE QUEIPO

El IV Depósito para abastecimiento de agua de la ciudad de Oviedo, que es un depósito circular, se hizo en 1926, es decir, muy poco después de acabada la carrera, por Ildefonso Sánchez del Río. Es un depósito de volumen importante para su época. Sánchez del Río se enfrenta a este proyecto con absoluta libertad de conceptos. Hay que situarse en la época del año 26 y en Asturias. La mano de obra es barata, mientras que los materiales, tanto el hormigón como el acero, y la repercusión de encofrado y cimbra, son comparativamente muy caros. Sánchez del Río idea un procedimiento con una cimbra circular viajera, que va barriendo la planta del depósito, con lo cual con muy pocos metros de cimbra, se hormigona el depósito completo. [FIGS. 1, 2, 3 y 4]

Este depósito, y sobre todo la originalidad del proceso constructivo, le dio una considerable fama en unos años en que arrancaba su trayectoria profesional.



FIGURA 4. EL IV DEPÓSITO DE AGUAS DE OVIEDO EN LA ACTUALIDAD



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

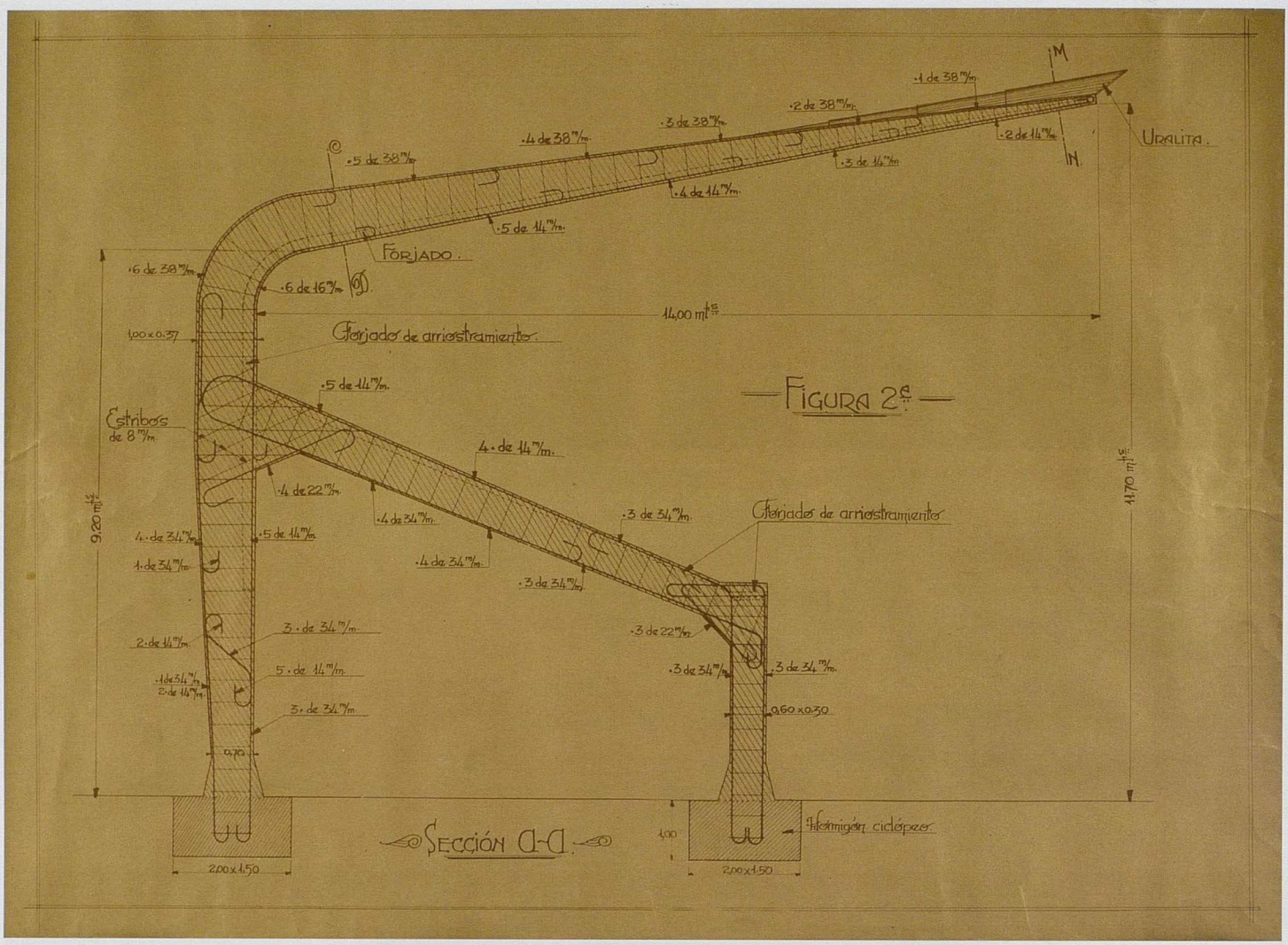
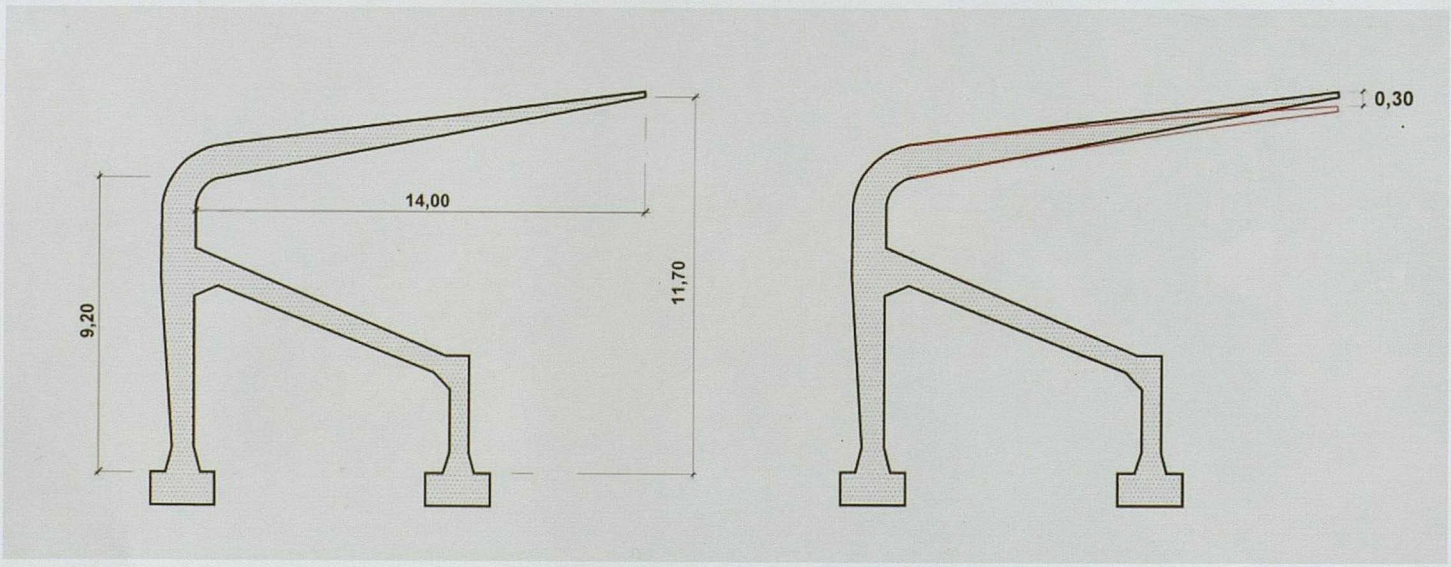



FIGURA 5. PLANO ORIGINAL DEL PÓRTICO DEL ESTADIO DE FÚTBOL DE OVIEDO




FIGURAS 6 y 7. FLECHA DEL VOLADIZO DEL ESTADIO EN 1980. INTEMAC



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

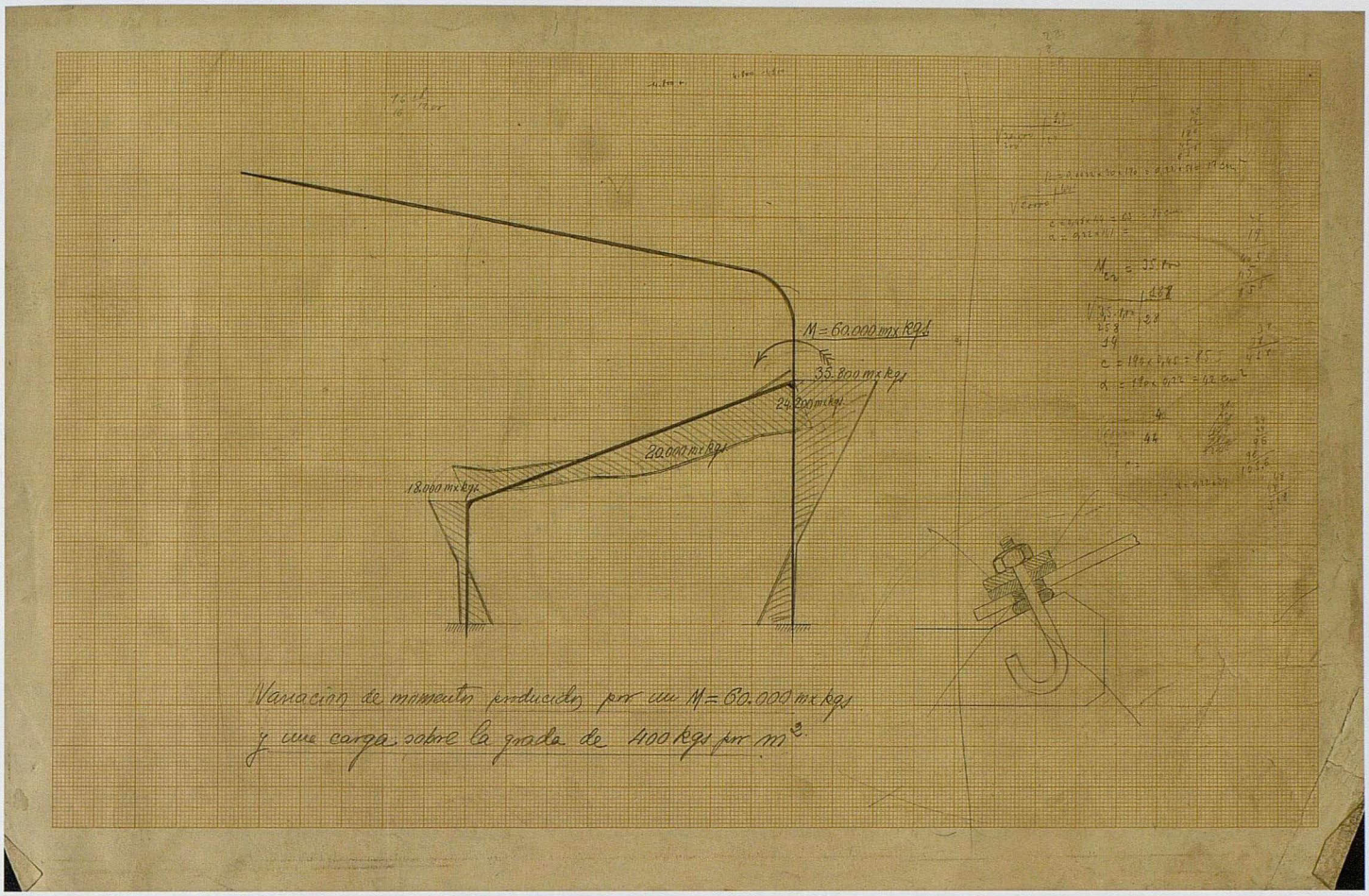



FIGURA 8. CROQUIS DE CÁLCULO DE MOMENTOS DE LA TRIBUNA DEL ESTADIO DE FÚTBOL DE OVIEDO

El segundo ejemplo elegido es el Estadio de Fútbol Carlos Tartiere en Oviedo. Esta estructura la hizo en el año 1931 y después fue demolida (aunque se hubiera podido rehabilitar) en el año 1982 con motivo de la celebración de la Copa Mundial de Fútbol en España.

Las figuras 6 y 7 revelan las formas de los sietes que sostienen la cubierta. La cubierta tiene una luz de catorce metros, que era muy importante para su época, y está resuelta por métodos muy simples. Nosotros hicimos en INTEMAC un Informe sobre la estructura de este Estadio y la analizamos en profundidad. Resulta difícil saber cómo calculó la flecha de los voladizos en el proyecto [FIG. 8]. Hay que situarse en el año 31, cuando la mayoría de las normas nacionales no trataban el cálculo de flechas en estructuras de hormigón armado y las que lo trataban, lo trataban erróneamente. Yo creo que Sánchez del Río sabía que los sietes iban a tomar una flecha importante (*), pero sabía también que esto no representaba ningún inconveniente desde el punto de vista estructural y tampoco desde el punto de vista funcional. En la figura 7 se ve que la estructura en 1980, es decir, a los 50 años de construida, tenía una flecha de 30 cm, pero eso no introducía ningún inconveniente estructural y permitía desaguar perfectamente a la cubierta.

(*) Sánchez del Río tenía muy claros los fenómenos de retración y fluencia de las estructuras.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

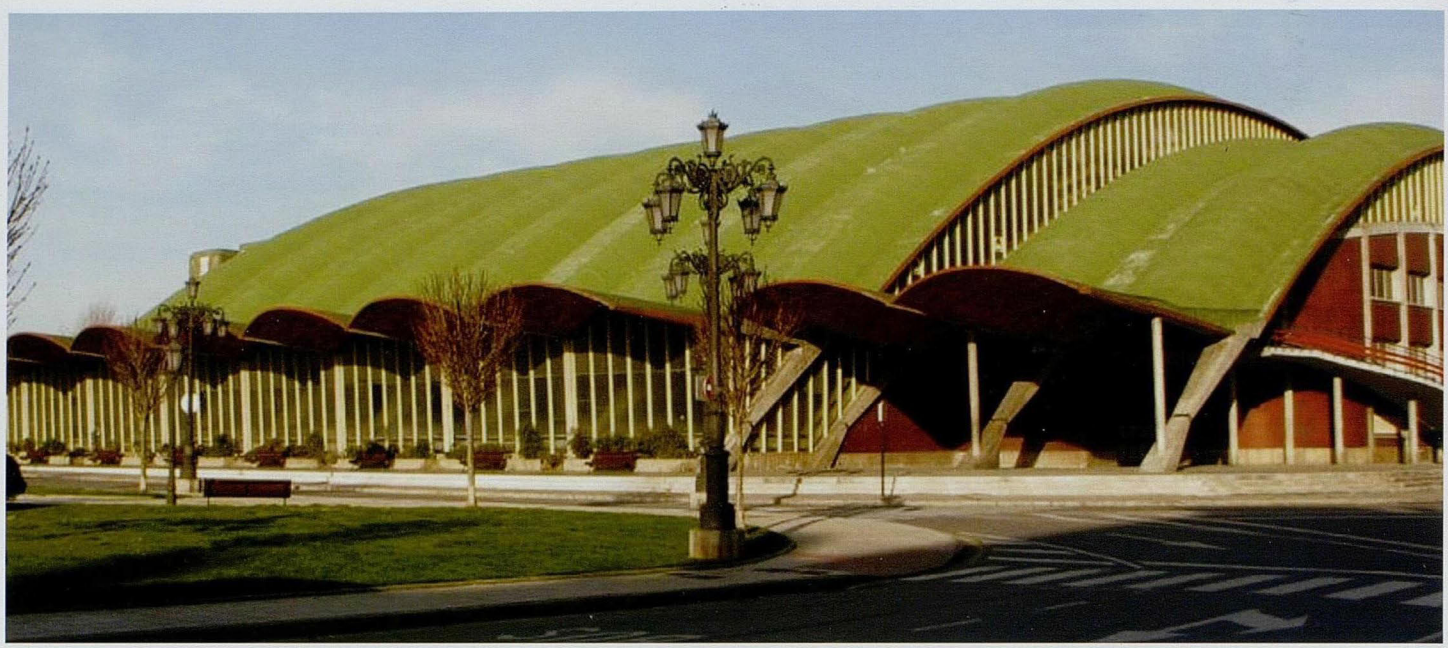


FIGURA 9. EXTERIOR DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO EN 2011

El tercer caso que hemos elegido es el Palacio de Deportes de Oviedo, proyectado en 1962 e inaugurado en 1975, y que constituye un prodigio por su sencillez y por su excelente solución al problema planteado [ FIGS. 9, 10 y 11 ].

Creo que los tres ejemplos citados revelan muy bien cuál era la libertad con que Sánchez del Río se enfrentaba a los proyectos, en cuanto a su voluntad de considerar cualquier solución posible y no elegir la más sencilla, ni la más cómoda. Yo creo que era un ingeniero que situaba el cálculo en su lugar:

– El cálculo no es el proyecto (es un anejo de la memoria, uno de los cuatro documentos del proyecto).

– Las disposiciones constructivas, el método de construcción, los planos, en especial los detalles constructivos, el pliego de condiciones y el presupuesto, son también proyecto y son también muy importantes.

En cuanto al proceso constructivo, condicionó mucho las soluciones que Sán-

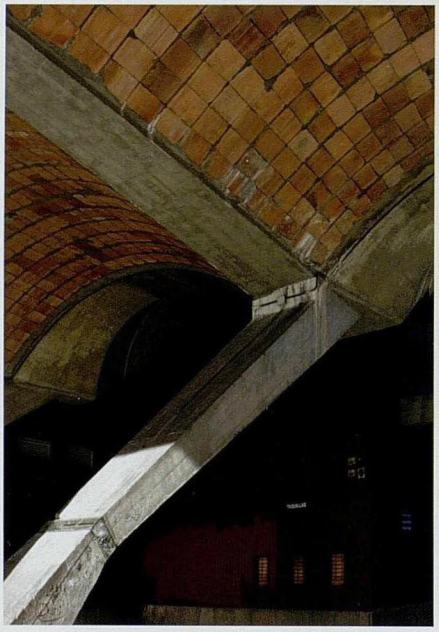


FIGURA 10. ARRANQUES DE LOS ARCOS DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO




FIGURA 11. INTERIOR DEL PALACIO DE DEPORTES EN LA ACTUALIDAD



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

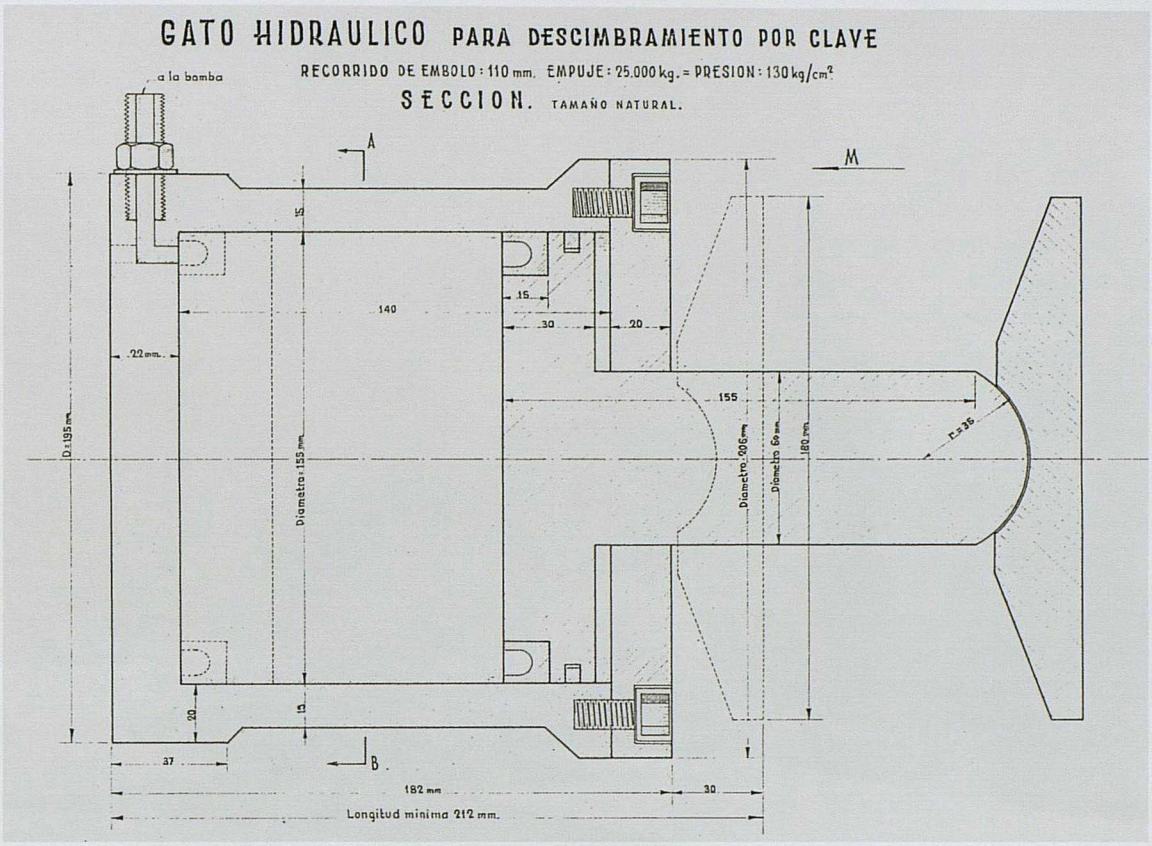



FIGURA 12. DISEÑO DE GATO HIDRÁULICO DE DESCIMBRADO DEL PALACIO DE DEPORTES

chez del Río daba a cada proyecto, porque los procesos constructivos, además de tener que estar adaptados a las condiciones técnicas, también se ven condicionados por cuestiones geográficas y por cuestiones sociológicas, así como por la tecnología disponible. Sánchez del Río tenía estos temas muy claros.

Una anécdota final. Torroja organizó en el año 1959 el Primer Congreso Internacional de Estructuras Laminares, en el Instituto de la Construcción. Consiguió, con su indiscutible autoridad internacional, reunir a un público numeroso y, sobre todo, consiguió reunir a los especialistas más destacados en las estructuras laminares. Yo, que era alumno de 5º en la Escuela de Caminos, conocí personalmente a muchos de los ingenieros a los que conocía simplemente de los libros. Estaban Franco Levi, Paduard, que había calculado el voladizo para la Exposición Universal de Bruselas del año 1958, Mario Salvadori, etc. Torroja consiguió que asistiese Ildefonso Sánchez del Río. Eran realmente muy amigos, y Torroja lo conocía muy bien y sabía qué tipo de ingeniero era. Le animó a presentar su innovador sistema de construcción de cubiertas laminares con dovelas-onda, con el que ya había desarrollado varias cubiertas onduladas con una luz de vano libre de 35 metros, y proyectado otra de 100 metros de luz para una firma alemana. Sistema con el que posteriormente, en el año 1962, proyectó la Cubierta del Palacio de Deportes de Oviedo, que no se acabó hasta el año 75, y que contó con 100 metros de luz (96 m entre articulaciones).

Los idiomas oficiales del Congreso eran francés e inglés. Durante la intervención de Ildefonso Sánchez del Río, Torroja estaba de pie apoyado en la pared derecha de la Sala de Conferencias y no sentado ni en la Presidencia, ni en los asientos de los asistentes. Sánchez del Río explicó cómo había calculado la cubierta, que esencialmente era el cálculo de un arco con el empuje horizontal calculado a partir de la fórmula $F_H = \frac{Pl^2}{8f}$, fuerza horizontal que descomponía en los apoyos.

La sala estaba atónita, pero Sánchez del Río presentaba diapositivas de la cubierta real. Por si fuera poco, cuando habló de los gatos hidráulicos de descimbrado, Sánchez del Río, que hablaba en francés, les llamaba "chat" en lugar de "verins" [ FIG. 12 ]. Torroja se reía, porque había pasado exactamente lo que él preveía. El público no entendió muchas cosas pero notó que estaba ante un gran ingeniero.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO


FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

# ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN INGENIERO

JAVIER MANTEROLA

Nunca es cierto que se deba conocer perfectamente una técnica antes de usarla y abordarla. La técnica no es solo el sistema operativo para hacer algo. Es mucho más, la esencia de ese algo entra en su configuración. Una técnica te la pueden enseñar pero se aprende siempre bien sobre la marcha, se descubre a la vez que se utiliza. Pretender lo contrario es condenarse a la inacción, nunca se sabe bastante de algo.

Sé que no me equivoco cuando digo que Torroja hizo el Frontón Recoletos a ojo. Cualquiera me dirá que no es cierto, que ocupó a un enorme equipo integrando la ecuación diferencial de 8º grado de la lámina cilíndrica, pero sé por su propio testimonio y por experiencia propia que cuando se hace un esfuerzo de cálculo tan enorme no se suele llegar a nada y que prevalece el conjunto de intuiciones resistentes primeras, importantes, básicas que han conducido a un diseño tan fantástico.

Personalmente he oído de D. Eduardo, hacia el final de su vida, y de D. Carlos Fernández Casado que el cálculo es muy poco importante, que lo fundamental es la experiencia y la intuición resistente. Cuando oía esto me rebelaba, pues entonces yo estaba en pleno proceso de penetración en el tratamiento resistente a través del cálculo y, además, había comprobado que tanto D. Eduardo como D. Carlos habían trabajado en el cálculo hasta la extenuación en sus años jóvenes, y la famosa intuición resistente no era otra cosa que la capacidad de ordenar el depósito conceptual resistente obtenido después de muchas, muchas horas de pensar en lo resistente de nuestro trabajo.

VISTA PARCIAL DE LOS PARAGUAS DEL MERCADO DE GANADO DE POLA DE SIERO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 1. MERCADO DE POLA DE SIERO. FACHADA PRINCIPAL

Creo que D. Ildefonso Sánchez del Río, *mutatis mutandis*, era otro autodidacta, intuitivo y osado, que se atrevía a hacer las cosas sin conocerlas bien y en ese atreverse reposa el enorme ejemplo de su personalidad resistente que hemos recibido con su obra.

Y creo que lo mismo le pasaba a Candela, a Nervi y a Freyssinet, que sabían menos de lo que suponía la valentía de su trabajo y que, gracias a ello, otros vinieron después que resolvieron numéricamente su enorme intuición. El famoso episodio de Freyssinet con la abertura en clave del puente de Le Veudre, que se caía inexorablemente por fluencia del hormigón en un arco rebajadísimo, darse cuenta de que el hormigón fluía, es posterior a ver que el rebajadísimo arco iba perdiendo forma por deformación y se caía. Lo primero que hizo Freyssinet fue la abertura en clave, salvando el puente, y después buscó la explicación a lo sucedido.

De Maillart sus compañeros suizos no dejaban de hacer notar lo incompleto de sus planteamientos analíticos resistentes ante la osadía de sus diseños; y otro ejemplo más cercano a mí, el de Fernández Casado, del que he visto desarrollados en la cara de una cuartilla todos los cálculos de un puente, una arcada múltiple, y he visto el puente construido en muy buen estado.

Toda la vida de Ildefonso Sánchez del Río parece corresponderse con la de estos hombres valientes.

Se podía concluir de esto que lo que decía Chillida de su escultura, que las cosas salen bien cuando no se sabe hacerlas, es posible en escultura y sobre todo en Ingeniería. Hoy en día las cosas han cambiado. Aunque las ideas nuevas surgen de ese misterioso depósito del entendimiento resistente y de su técnica, existen términos de comprobación, asequibles, no muy costosos y seguros. Y esto ayuda mucho a atreverse.

Yo recuerdo los problemas, las dudas que me invadían cuando diseñaba los primeros tubos como estructura resistente para puentes de grandes luces, el temer la deformación transversal del tubo, que no quería resolver añadiendo costillas transversales superabundantes, sino con la naturalidad que proporciona la rigidez estricta. Después vino el cálculo numé-



FIGURA 4. ARCOS FRONTALES EN LA FACHADA DE 100 M DE LONGITUD



FIGURA 3. INTERIOR DE LA NAVE. A LA IZQUIERDA SE DISTINGUE EL ARCO DE INTERSECCIÓN ENTRE AMBOS CILINDROS



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

rico de los ordenadores y la solución de todos estos problemas y la seguridad que encuentras en su cálculo serio, riguroso y contundente.

Eso lo tenemos ahora y eso no lo tenían ni Torroja, ni Maillart, ni Fernández Casado, ni Candela, ni Sánchez del Río. Tenían intuiciones, sabían mucho, contaban con un buen depósito de horas y horas pensadas en cómo se las arreglan todo tipo de estructuras para resistir; y tenían valor, osadía, fuerza interior, que suplían lo que no sabían y sostenían lo pensado y diseñado. Fijémonos en el Mercado de Pola de Siero [ FIGS. 1-5 ], una de las estructuras más osadas y menos evidentes de Sánchez del Río, la intersección entre sí de dos cilindros ortogonales, paralelos a su vez a los lados cortos del triángulo rectángulo isósceles de la plaza y el corte vertical de estos dos cilindros por un plano oblicuo a 45º con los catetos del triángulo. Es una estructura grande, los lados del triángulo miden 70 m y la diagonal exterior 100 m [ FIG. 2 ].

Una estructura nada evidente, ni siquiera isostática en la hipótesis normalmente utilizada por él, en la que la constitución de la cubierta está solo formada por arcos o segmentos de arco. El arco central de la intersección de los cilindros –arco BD– está sometido a cargas verticales, horizontales, longitudinales y horizontales transversales cuando uno de los cilindros está más cargado que el otro [ FIGS. 3 y 4 ]. Todo el mecanismo hiperestático que se forma en la cubierta es de suponer que no se controló fuera de las hipótesis de cargas simétricas y más elementales.

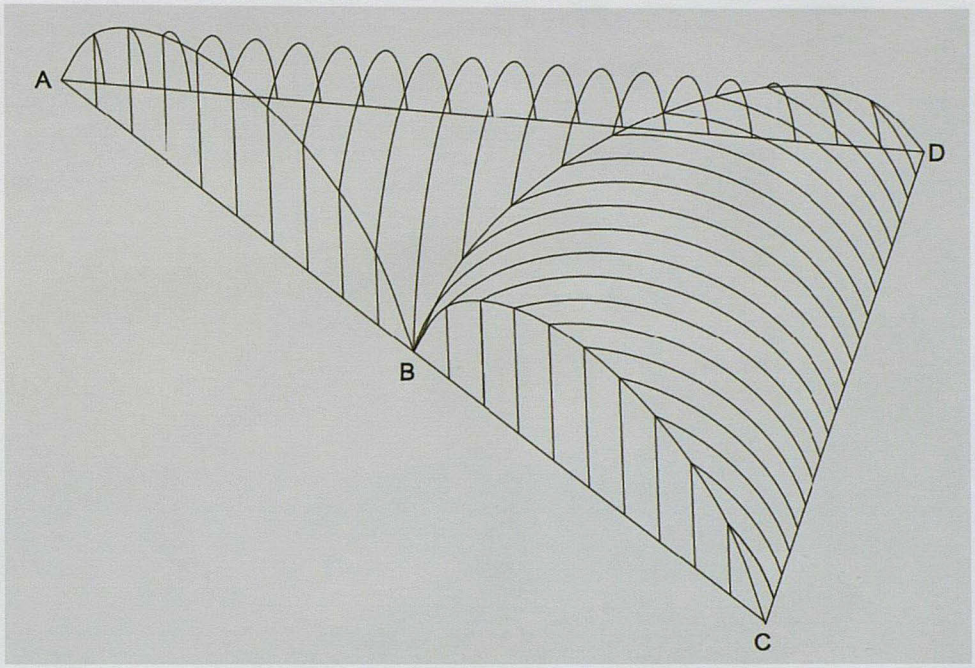
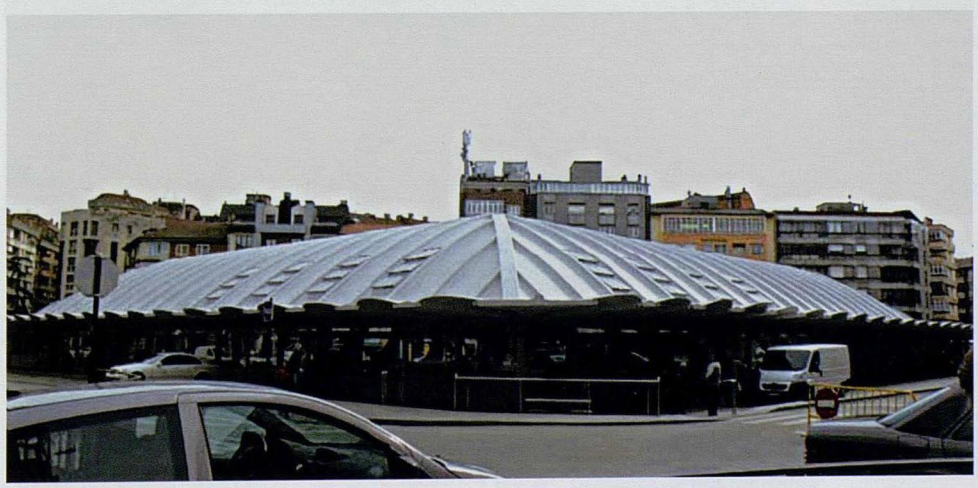


FIGURA 2. AXONOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE

Más aún, el propio arco de intersección entre los dos cilindros se sale fuera de la intersección en la mitad de su longitud y la carga de la cubierta en esta parte se transmite por puntales inclinados. Disposición sorprendente donde las haya, inimaginable, parece un error [ FIG. 3 ]. La misma sujeción de los arcos del cilindro vertical que llegan a los dos grandes arcos de la fachada de la base del triángulo, necesitan para su equilibrio la presencia de elementos verticales rígidos [ FIG. 1 ]. Ahora mismo sería un modelo de cálculo complejo, perfectamente abordable, pero inaccesible para el tiempo en que Sánchez del Río (1929) diseñó esta cubierta. Cuentan que D. Ildefonso Sánchez del Río trajo a D. Eduardo Torroja a ver esta obra y éste preguntó:

*— Alfonso, dime cómo se aguanta esto.*
*— Esto, Eduardo, es una demostración de cómo se aguanta el hormigón armado sin integrales.*
*— Hombre, no será tanto.*


FIGURA 5. PARTE POSTERIOR DEL MERCADO DE POLA DE SIERO.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

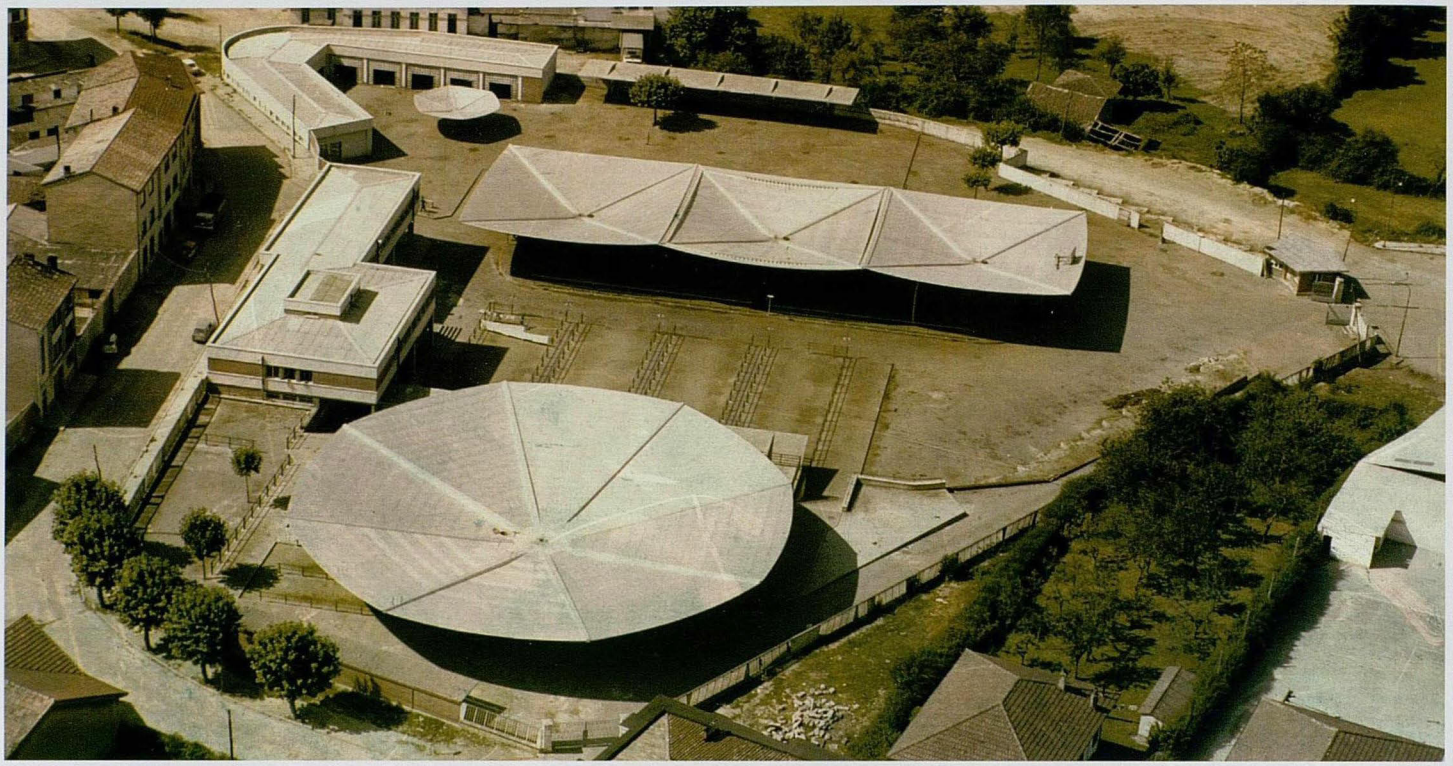


FIGURA 6. CUATRO FORMIDABLES PARAGUAS DEL MERCADO DE GANADO DE POLA DE SIERO



FIGURA 8. PARAGUAS DE 40 METROS DE DIÁMETRO DEL MERCADO DE GANADO DE POLA DE SIERO

*— ¿Cómo calculaste el Frontón Recoletos?*
*— Pues mira, Alfonso, después de tres meses con matemáticos, ingenieros y físicos y muchas ecuaciones diferenciales, muchas incógnitas..., al final, Alfonso, si te digo la verdad, pues poco más o menos "por la cuenta de la vieja".*
*— Pues esto Eduardo, igual, lo que pasa es que yo... dibujo mejor que tú.*[1]

Se suele decir, y él mismo lo confirmaba, que las estructuras había que hacerlas sencillas y fáciles de calcular. El Mercado de Pola de Siero de sencilla, nada, es difícil y osada [ FIG. 5 ]. Si bien esta estructura es muy compleja, avanzadísima para su tiempo y llena de valentía. Ildefonso Sánchez del Río enfrenta también novedosamente otras estructuras muy

[1] Tomado de la tesis doctoral de D. Luis Peñalver Lamarca desarrollada sobre la obra de D. Ildefonso Sánchez del Río en el año 2004.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

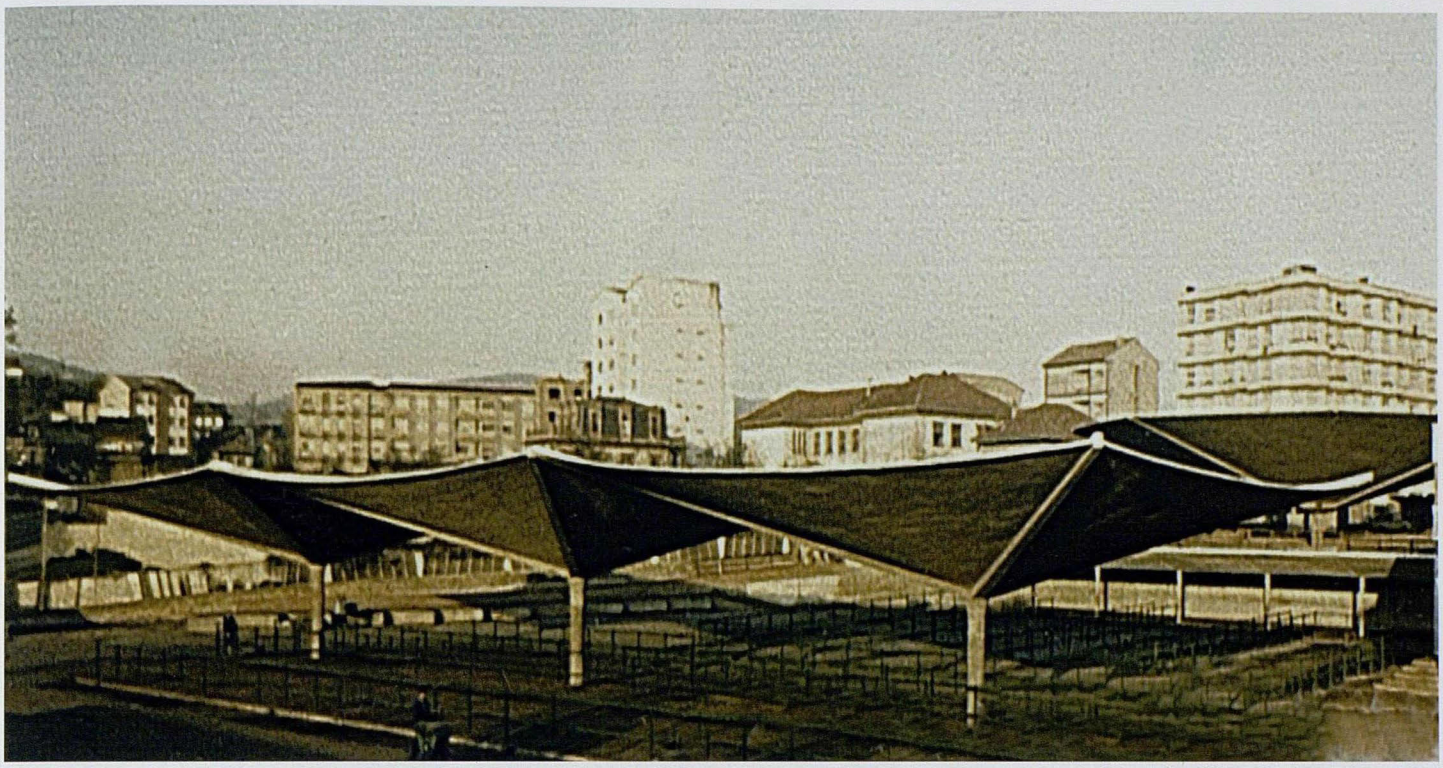


FIGURA 7. VISTA INFERIOR DE LOS PARAGUAS EN EL MERCADO DE GANADO DE POLA DE SIERO

singulares, y me refiero a los "paraguas del Mercado de Ganado de Pola de Siero. Se trata de dos tipos de paraguas, tres de ellos cuadrados de 20 m de lado empotrados cada uno de ellos en una columna única y adosadas entre sí, y un cuarto paraguas circular de 40 m de diámetro soportado por una pila de 1 m de diámetro. Los tres cuadrados, lastimosamente, han sido demolidos y solo queda el cuarto circular bastante desfigurado. Son paraguas especiales, nervados en las esquinas, cuatro en las aristas de los cuadrados y ocho en el circular.

Los dos tipos de paraguas fundamentan su capacidad resistente en la forma adoptada, la cual configura un doble mecanismo resistente. Cada costilla se empotra en un pilar central y está inclinada hacia arriba, y la plementería existente entre ellas, que constituye la superficie total del paraguas, es una superficie colgada entre las costillas radiales [ FIG. 6 ].

Al ser la superficie colgada, el espesor del hormigón es mínima, 3 cm. Así no puede pandear. La componente tangencial de tracción de todas estas superficies colgadas se compone con la contigua introduciendo unas fuertes cargas de compresión en la costilla a lo largo de toda ella. La deformación vertical de la costilla, por su inclinación vertical, tensa más las telas e incrementa sus componentes tangenciales y por tanto la compresión sobre la costilla. A lo largo de toda su longitud, la tracción varía y la compresión de la costilla crece.

Sánchez del Río consideraba que además de estas compresiones, las cuales tienen una determinada excentricidad vertical respecto al eje de la costilla, equilibraban la flexión de peso propio, lo que determina una sección mínima de las costillas de 0,5 x 0,5 m en el arranque junto al pilar [ FIG. 8 ]. Algo realmente asombroso. El último tema que me gustaría abordar es el de las obras realizadas con la dovela-onda y arcos-onda. La utilización de forjados para edificación usando piezas cerámicas para colocar entre viguetas de hormigón y aligerar su peso fue un procedimiento habitual en la construcción de viviendas desarrollada por Río - Cerámica, de la cual Ildefonso Sánchez del Río era uno de sus propietarios. Esta sociedad la fundó en 1942. La dovela-onda es una fácil, brillante y útil aplicación de las ondas realizadas en las estructuras laminares por Nervi, Torroja, Freyssinet, Esquillan, etc., para la cubrición de grandes espacios. Se consigue rigidez longitudinal con la forma y cubrir espacio con el mismo elemento. Ildefonso Sánchez del Río las realiza con cerámica y hormigón [ FIG. 9 ], con lo que consigue poco peso de la dovela-onda, canto y rigidez transversal para evitar deformaciones transversales incómodas y peligrosas. En 1953, en el XXII Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias celebrado en Oviedo, presenta la dovela-onda.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 10. PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO

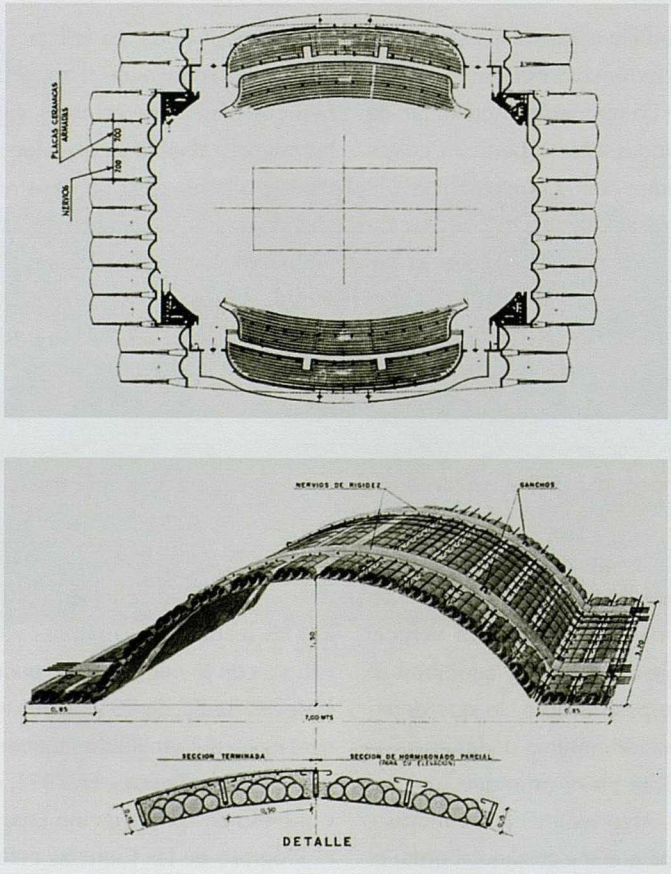



FIGURA 9. DOVELA-ONDA

Desde el principio su voluntad era construir cubiertas de 100 m de luz con esta pieza, pero por diversas circunstancias no se realizaron. Lo que sí ocurrió con cubiertas industriales de 30 y 35 m de luz. La máxima obra que realiza Sánchez del Río con esta técnica es el Palacio de Deportes de Oviedo [ FIG. 10 ], construido con 8 arcos-onda de 100 m de luz y 7 m de anchura y 4 arcos-onda más, dos a cada lado de los anteriores y destinados a cubrir las graderías de los espectadores, de 90 m de luz y la misma anchura de onda [ FIG. 11 ]. Estos arcos-onda están soportados en puntales inclinados de hormigón donde se instala una articulación. Es la máxima obra de Sánchez del Río realizada a una edad avanzada de su vida, con más de 70 años. Es una obra muy ingenieril, simple, eficaz, grandiosa, resultado de estar acostumbrado a enfrentarse a lo de siempre pero con soluciones ingeniosas y propias. Habituado a soportar la incertidumbre de que en estructuras nuevas la seguridad real solo reside en el temple del autor.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 11. VISTA LATERAL DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO



FIGURA 12. ARTICULACIONES DE LOS SOPORTES

Cada arco-onda se divide en dovelas de 3,2 m de longitud que se colocan sobre una cimbra de tubos, y el espesor de la onda es de 16 cm. La altura total de la onda es 1,5 m y el rebajamiento del arco, la relación flecha/luz, 1/5. Hay varios puntos singulares a comentar. La traslación de la carga, transmitida a lo largo de la onda, se refiere al puntal por una transición de hormigón armado que sigue la forma de la onda. Un detalle brillante, adecuado, que introduce solidez resistente y visual, como una basa resistente a una onda de cerámica [ FIG. 13 ]. Parece escasa, pero no. En este puntal de hormigón se dispone la articulación, visualmente eficaz y resistentemente dudosa en cuanto a su capacidad de giro se refiere [ FIG. 12 ]. La directriz de los arcos-onda es una curva parabólica de cuarto grado. La construcción se hace sobre cimbra de tubos, de dos en dos ondas, con dovelas de 3,2 m que se adosan y se hormigonan. En la clave se dispone una zona de hormigón donde se instalan siete gatos por onda y así poder descimbrar el arco recuperando su deformación de peso propio [ FIG. 13 ]. Es evidente que la reducción de la dovela-onda a su inercia y su área equivalente en un elemento lineal hoy no sería aceptable, pero entonces la inseguridad del cálculo se resolvía con lógica, acompañada de buena dosis de experiencia y suerte.

Los hombres audaces necesitan suerte y la suelen encontrar. El Mercado de Pola de Siero le venía grande, se aleja de su hipótesis básica de diseñar estructuras fáciles de calcular y le salió bien. Las marquesinas del propio Pola de Siero son difíciles y extraordinariamente audaces, y las resolvió con mucha intuición resistente y mucha suerte; y el Palacio de Deportes de Oviedo es una obra formidable realizada con materiales humildes. Ildefonso Sánchez del Río fue un magnífico ingeniero poco recomendable.

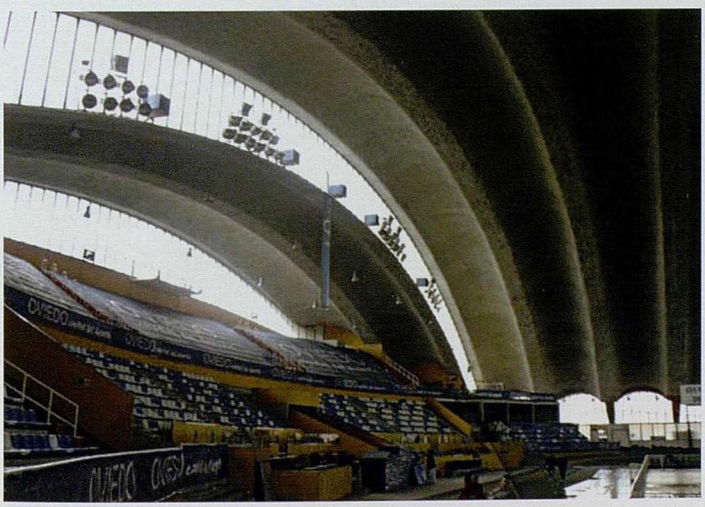
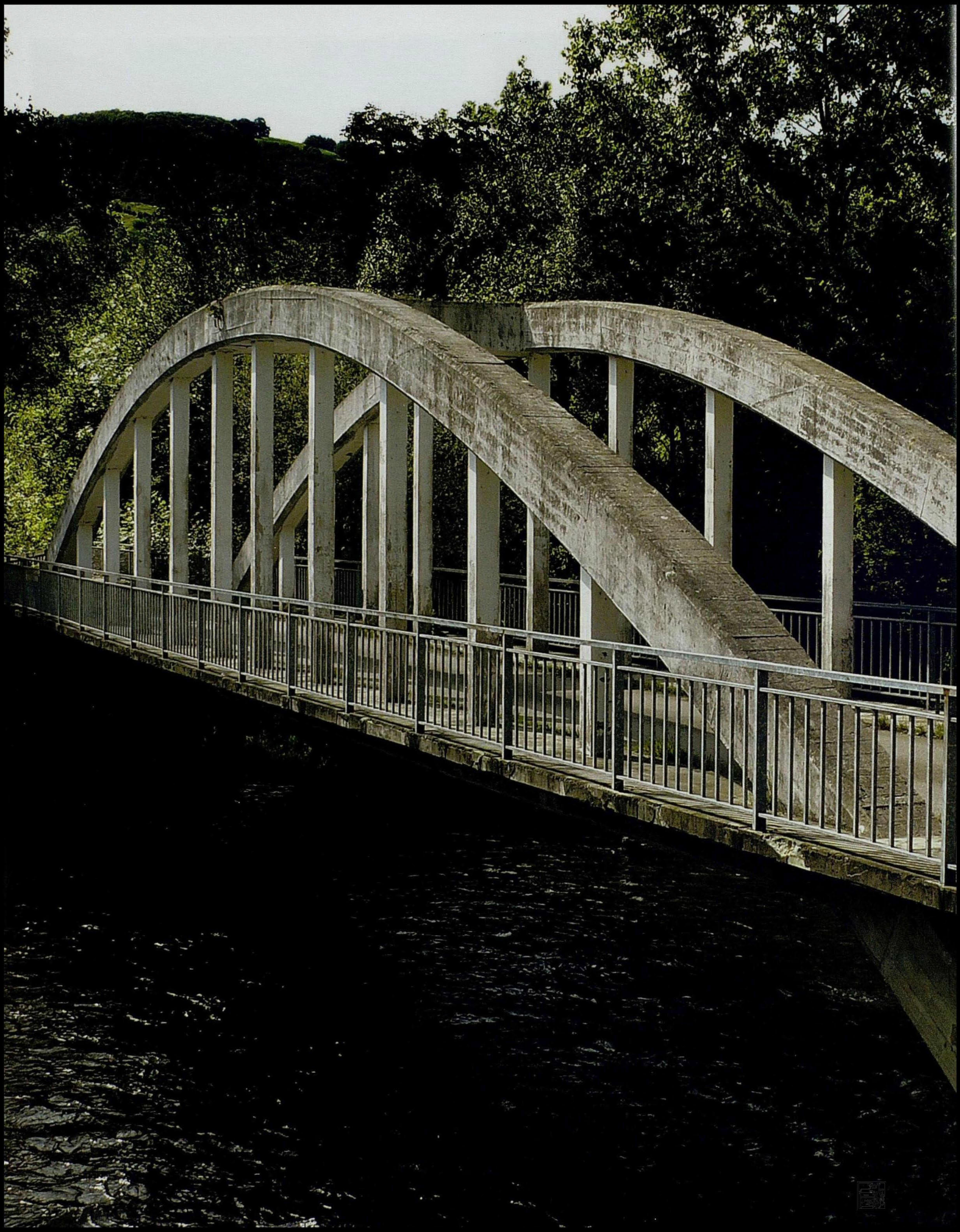




FIGURA 13. VISTAS INTERIORES DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



# ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO INGENIERO PIONERO

JOSÉ ANTONIO TORROJA

Ildefonso Sánchez del Río y Pisón nace en 1898 en Haro, La Rioja; en el 99, nacen Eduardo Torroja y José Entrecanales. Finalmente, en 1905 nace Carlos Fernández Casado. Todos ellos terminan su carrera de Ingenieros de Caminos entre 1922 y 1925, por lo que indudablemente se conocieron ya en sus jóvenes años estudiantiles. Pero aquí acaban, aparentemente, las coincidencias. Al terminar la carrera, Torroja y Entrecanales entran a trabajar con Ribera en Construcciones Hidráulicas y Civiles; Fernández Casado sigue estudiando Radiotelegrafía en París y, en 1927, se titula como ingeniero de Telecomunicación en Madrid, aunque más tarde abandonaría su interés por esta disciplina, y comienza sus trabajos como ingeniero de Caminos libre en Granada; solamente Sánchez del Río acepta un puesto en la Administración, como ingeniero municipal en Oviedo. Tras estos comienzos, Entrecanales fundó su propia empresa constructora, Torroja creó su propia oficina de proyectos, Fernández Casado entró como colaborador en la constructora Huarte y Cía.; y solamente, de nuevo, Sánchez del Río permaneció en su puesto inicial de ingeniero municipal de Oviedo, ciudad a la que dedicó sus mejores empeños. Pero, si exceptuamos a Entrecanales, que se dedicó en exclusiva a gestionar su empresa, los otros tres son fundamentalmente conocidos por sus pioneras concepciones estructurales utilizando el hormigón, armado o pretensado. Y cada uno de ellos desarrolló esta actividad desde un sector profesional diferente: como diríamos hoy día, Torroja lo hizo desde el sector de la *consultoría,* Fernández Casado desde el de la *cons-*

PUENTE DE LÁNEO SOBRE EL RÍO NARCEA, ASTURIAS. FOTOGRAFÍA DE F. OBESO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 1. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO

*trucción* –aunque más tarde crearía su propia consultora–, y Sánchez del Río desde el de la *administración*. Lo cual viene a demostrar que no hay trabajos alienantes que coarten la creatividad, como se piensa a veces, y que es la propia personalidad la que se impone siempre, para bien o para mal.

Esta situación se mantuvo hasta la década de los 40, en la que Torroja pasa a centrar sus intereses en el campo de la investigación y la docencia; Sánchez del Río abandona Oviedo y se traslada a Madrid, para presentarse a un concurso para la construcción de un dique en el puerto de Palma de Mallorca, concurso que gana, y para cuya realización promueve, con Luis Sánchez Guerra, la creación de la empresa constructora "Dragados y Construcciones". Y ya se quedaría en Madrid el resto de su vida, creando su empresa Río - Cerámica y desarrollando algunos interesantísimos proyectos desde el sector privado. Y Fernández Casado sigue colaborando con Huarte para entrar más tarde en la Jefatura de Puentes del Ministerio de Obras Públicas, y terminar, en los sesenta, fundando la oficina de proyectos que lleva su nombre.

Si bien la obra de estos tres ingenieros es muy diferente, puede encontrarse en ella una idea conductora común: las buenas estructuras no surgen de un proceso de cálculo, ni siquiera de un proceso lógico, sino de una cierta intuición del comportamiento estructural. Quien quizás mejor define este concepto es Torroja, quien ya en el tercer párrafo de su libro *Razón y Ser de los Tipos Estructurales* dice "Las teorías rara vez dan más que una comprobación de la bondad o del desacierto de las formas y proporciones que se imaginan para la obra. Éstas han de surgir primero de un fondo *intuitivo* de los fenómenos, que ha quedado como un *poso íntimo de estudios y experiencias a lo largo de la vida profesional*." Fernández Casado no definió las proporciones de sus puentes de altura estricta basado exclusivamente en resultados de cálculos; hay en esas proporciones una sensibilidad que sobrepasa lo puramente físico y calculable. Y ya veremos que en la obra de Sánchez del Río hay mucho de intuitivo y de aficiones personales y estéticas. Como veremos, aunque con resultados muy diferentes, los tres se basaron para sus desarrollos conceptuales en intuiciones del comportamiento estructural; y no siempre, como aseguraba Torroja, obtenidas tras años de estudio y experiencia personal.

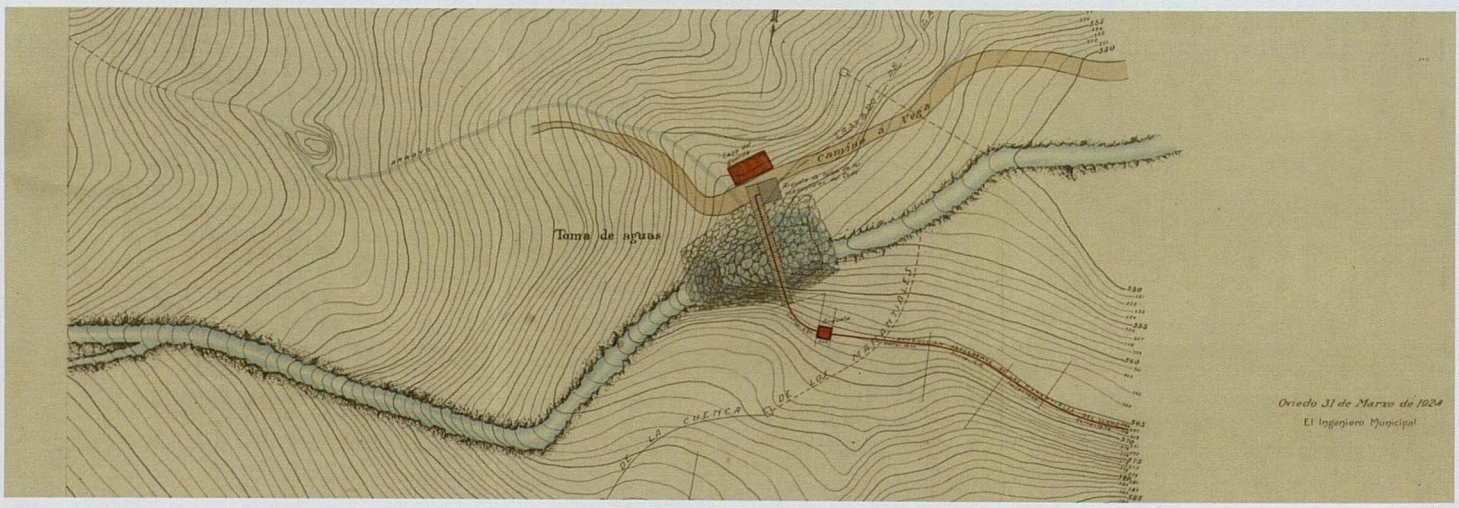



FIGURA 2A. TOMA DE AGUAS PARA EL III DEPÓSITO DE OVIEDO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Aunque la obra de Sánchez del Río es muy variada, aquí vamos a comentar fundamentalmente la que realizó en su época de ingeniero municipal, desde que terminó la carrera hasta 1941, aunque su obra más interesante la hizo entre 1926 y 1930. Proyectó y dirigió obras de carreteras, muchas locales, y una autopista entre Oviedo y Gijón que no se llegó a construir. Pero su mayor empeño lo dedicó a mejorar los abastecimientos de agua a los pueblos y ciudades de la provincia, proyectando desde las captaciones hasta la distribución final, aunque es sobre todo conocido por sus estructuras, que le ofrecieron un campo más adecuado para poder desarrollar su creatividad.



FIGURA 3. IV DEPÓSITO DE AGUAS DE OVIEDO DESDE EL EXTERIOR

## DEPÓSITOS

Sánchez del Río proyectó múltiples abastecimientos de agua, desde las captaciones hasta las conducciones, para las que su espíritu inquieto le llevó a proponer en ocasiones tubos mixtos de hormigón armado con una camisa interior de uralita, consiguiendo ahorros importantes. Pero sus obras más interesantes y, sin duda, las más queridas para él, fueron los depósitos. Comenzó su andadura en este campo proyectando, en 1924, un nuevo depósito para incrementar la dotación de agua para Oviedo, que ya disponía de dos depósitos antiguos de 15.000 m³ en total. En este su primer depósito, el 3º de Oviedo, no aportó pistas que permitiesen adivinar su futura potente capacidad creativa. La existencia de los dos primitivos depósitos, el solar disponible para la construcción del nuevo, junto a los anteriores, y el hecho de que su autor fuese nada menos que J.E. Ribera, le condicionaron de tal forma que repitió la solución de aquellos, con muros periféricos de mampostería y una cubierta de vigas y viguetas con un forjado plano. En este proyecto vemos, más bien, a un Sánchez del Río más interesado en el cálculo que en los conceptos estructurales. Dedicó 13 páginas de la memoria al cálculo, siguiendo a Zafra, de las vigas, viguetas y forjados de esta cubierta.

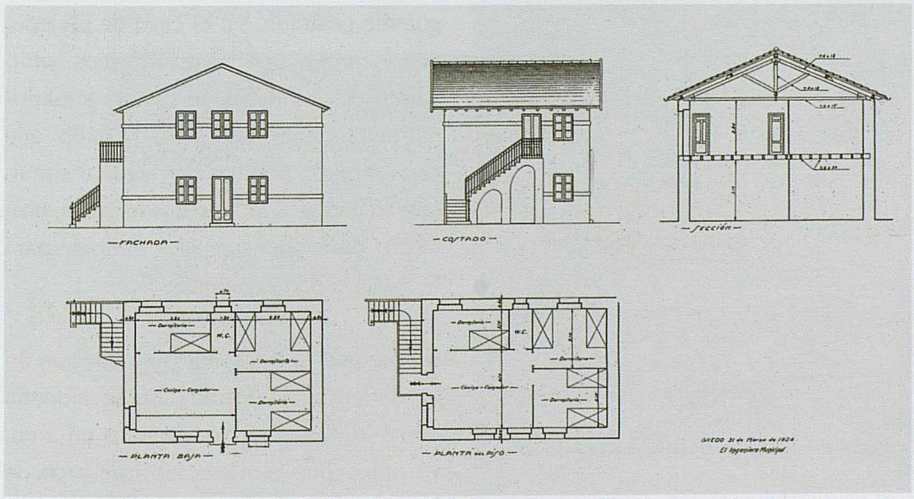



FIGURA 2B. VIVIENDAS PARA GUARDAS

Y en 1926 se le presentó la ocasión de proyectar un nuevo depósito, el 4º de Oviedo, de 10.000 m³, pero en una nueva localización, en la cima de un cerro, sin ninguna relación visual o funcional con los tres primeros. En este caso, la libertad, tanto estructural como formal, era total [ FIG. 3 ].

Y Sánchez del Río la utilizó a fondo, creando su "sistema del IV depósito de Oviedo", como él mismo le llama, y que utilizó en múltiples depósitos más. Entre ellos, destaca el de Pola de Siero [ FIG. 4 ],



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 4. DEPÓSITO DE AGUAS DE POLA DE SIERO

proyectado en 1928, igual al de Oviedo excepto por sus dimensiones –tiene solamente 2.000 $m^3$–, por lo que en lo que sigue utilizaremos los planos de este depósito, que de paso nos muestran el esmero y cariño que el ingeniero exigía también a sus delineantes en la realización de su trabajo [ FIG. 5 ].

La estructura del depósito es un modelo de adecuación de cada elemento a su función, teniendo en cuenta el sistema constructivo. Si exceptuamos cimientos y solera, el depósito está constituido por cinco elementos básicos [ FIGS. 6 y 7 ]: contrafuertes y pared exteriores, cubierta, cámara de llaves y pared divisoria.

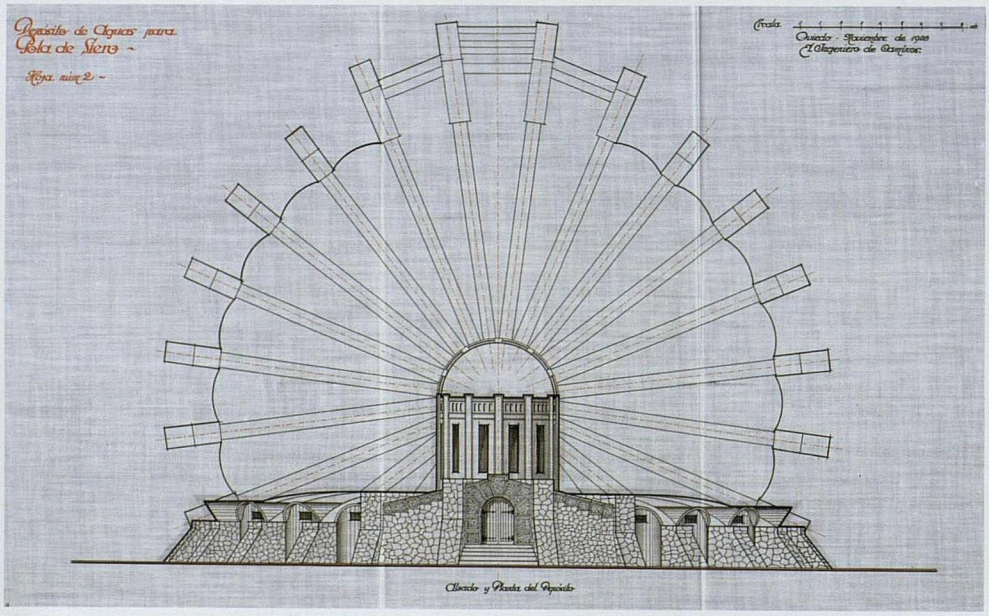



FIGURA 5. PLANTA Y ALZADO DEL DEPÓSITO DE AGUAS DE POLA DE SIERO

La pared exterior del depósito está formada por unas bóvedas cilíndricas, de eje vertical, apoyadas sobre los contrafuertes radiales de mampostería [ FIG. 8 ]. El diámetro interior del depósito de Oviedo es de 50 m, mientras que el de Pola es de 28 m. La cámara de llaves está situada en el centro del depósito, y es también circular,

La mayor originalidad está en la cubierta, dispuesta genéricamente según una superficie tórica, formada por unos arcos –48 en Oviedo y 24 en Pola– rectangulares de ancho constante y canto variable que apoyan, en un extremo, en los contrafuertes exteriores, y en el otro, en el cilindro de eje vertical que constituye la cámara de llaves [ FIG. 9 ]. El sector circular que queda entre estos arcos, se cubre con un forjado enrasado con la cara inferior de los arcos. De esta forma, al quedar la superficie inferior sin resaltos, cabe la solución constructiva de cimbra móvil que se muestra en la figura 10 para la construcción de la cubierta, que permite, con un pequeño descenso de la cimbra, moverla a mano hasta la siguiente posición. En el caso de Oviedo, por ejemplo, que tiene 48 arcos, utilizando dos módulos de cimbra situados diametralmente opuestos, y dado que cada módulo permite hormigonar simultáneamente dos arcos y dos forjados, bastaron doce puestas de cimbra para terminar toda la cubierta.

Es interesante constatar que, aunque no lo defienda de forma tan apasionada como al proyectar sus puentes en arco, ya opina que el mejor tipo de arco de hormigón es el empotrado en arranques



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

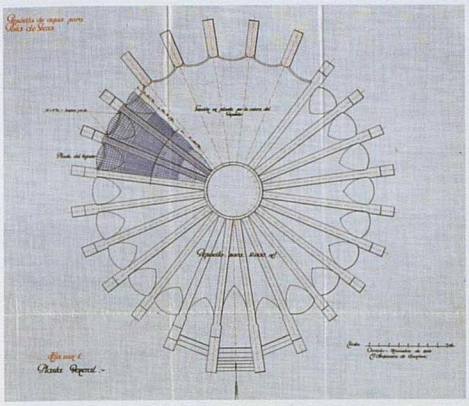


FIGURA 6. PLANTA ESTRUCTURAL

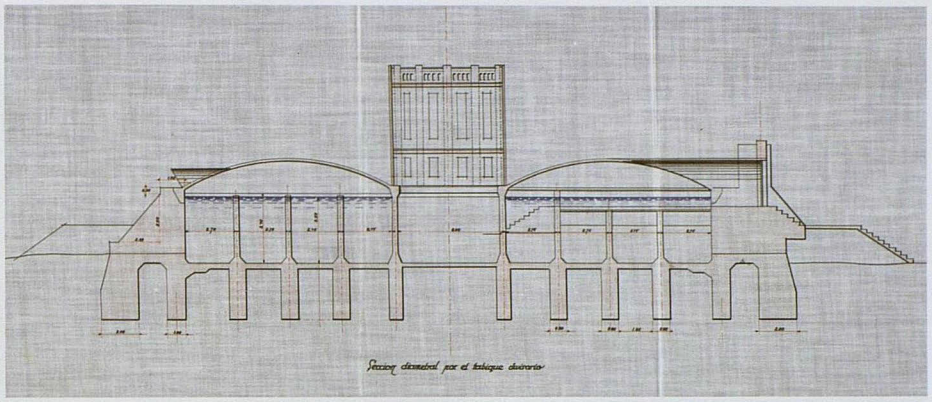


FIGURA 7. SECCIÓN GENERAL DE LA PARED DIVISORIA

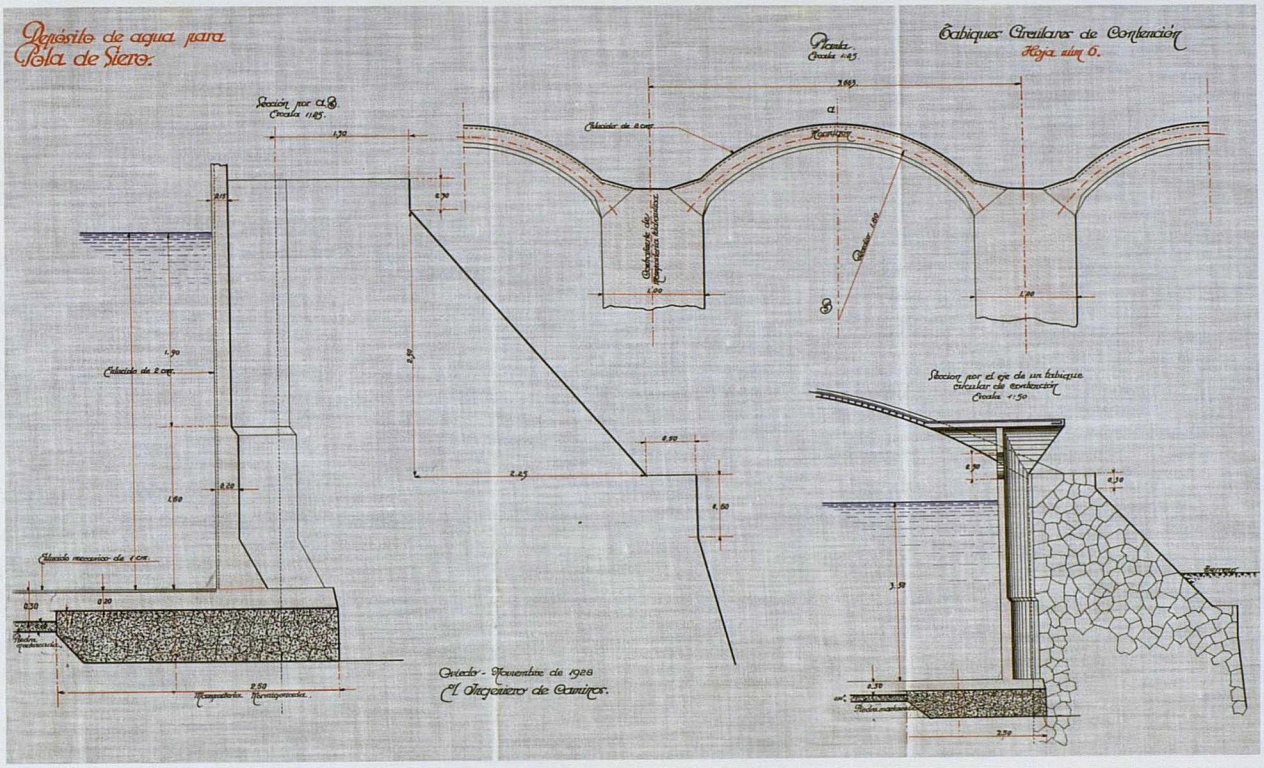



FIGURA 8. PARED EXTERIOR

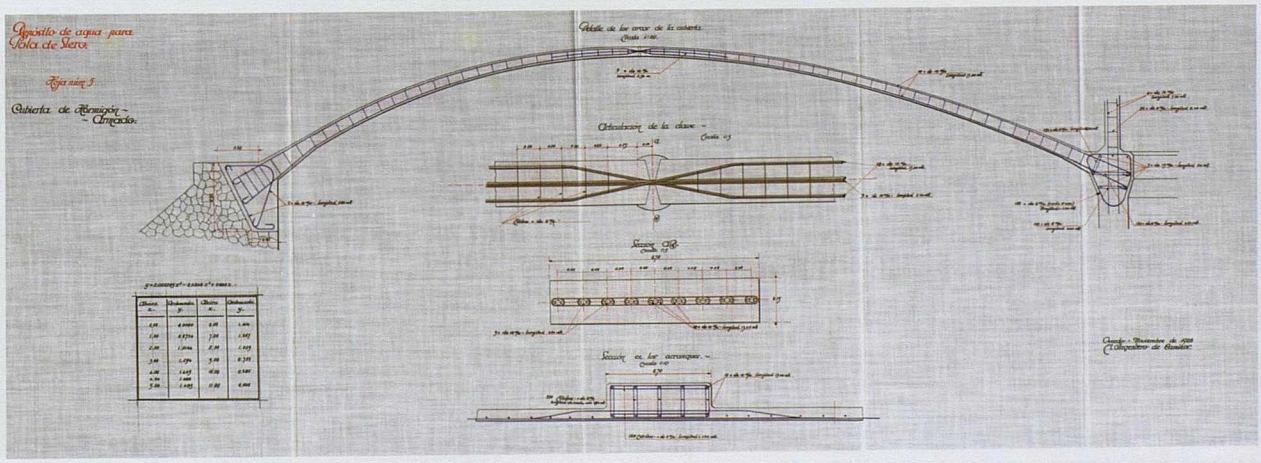



FIGURA 9. ARCOS Y FORJADOS DE CUBIERTA



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

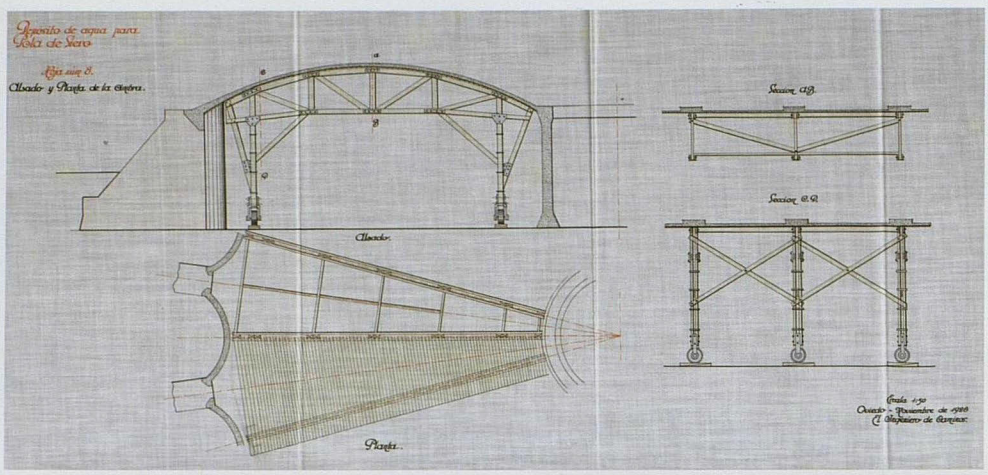



FIGURA 10. CIMBRA MÓVIL

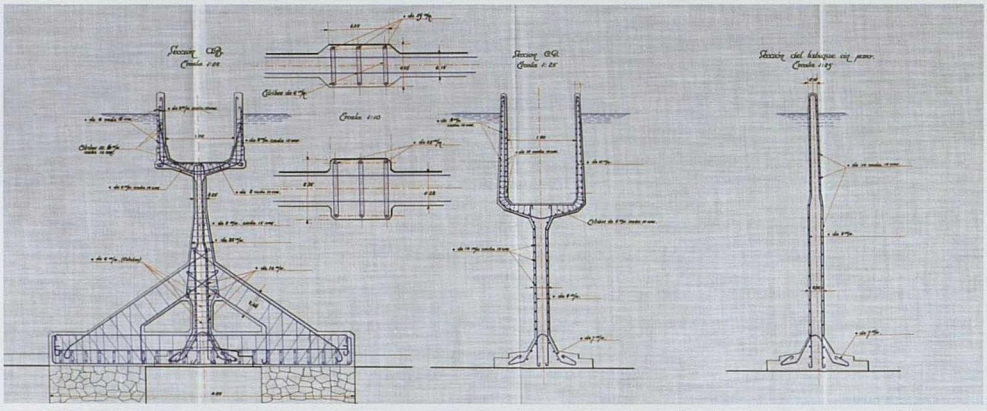



FIGURA 11. PARED DIVISORIA

y articulado en clave [ FIG. 9 ], aquí con rótula Mesnager. En posteriores proyectos de depósitos, prescinde de esta articulación, no por convicciones propias, sino siguiendo un consejo de Alfonso Peña Boeuf.

El último elemento a reseñar es el muro divisorio diametral [ FIG. 11 ], cuya función es la de dividir el depósito en dos compartimentos independientes, pero que Sánchez del Río utiliza para el acceso a la cámara de llaves central, creando un pasillo, a resguardo del agua [ FIG. 12 ], desde la entrada hasta la cámara. Este muro es de hormigón, rigidizado por unos tornapuntas cada 2 o 3 m.

En el IV Depósito de Oviedo, cuyo pasillo de acceso a la cámara está situado por encima del agua, a más de 5,00 m sobre la solera, Sánchez del Río hizo una curiosa escalera de acceso desde este pasillo superior hasta la solera. Se trata de una especie de escalera a la catalana, construida totalmente en ladrillo, pero que no se apoya en los muros laterales de la caja de escalera, como es lo usual, sino que salva el tramo totalmente exenta. Una obra menor pero que muestra el sentido estructural de su autor [ FIG. 13 ].

Aparte de todos estos comentarios referentes a la intuición estructural de Sánchez del Río, de la que él quizás ni era consciente, es interesante su explícito interés por los aspectos estéticos, que él llama "arquitectónicos", de sus depósitos, asegurando que éstos debían responder a tres exigencias: ser exclusivamente un depósito de agua[1], ser "ingenieril y arquitectónico" y ser lo más constructivo posible.

[1] Según él mismo dice: "Empecé dispuesto a desechar todas las disposiciones que lo mismo pudieran servir para un café que para levantar una mezquita como la de Córdoba... (Ligera indirecta hacia las columnitas.)"

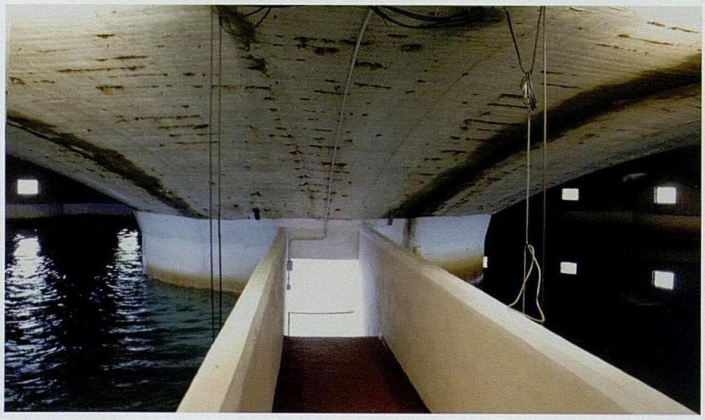


FIGURA 12. DEPÓSITO DE POLA DE SIERO. PASILLO DE ACCESO A LA CÁMARA DE LLAVES



FIGURA 13. IV DEPÓSITO DE OVIEDO. ESCALERA DE ACCESO A LA SOLERA



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

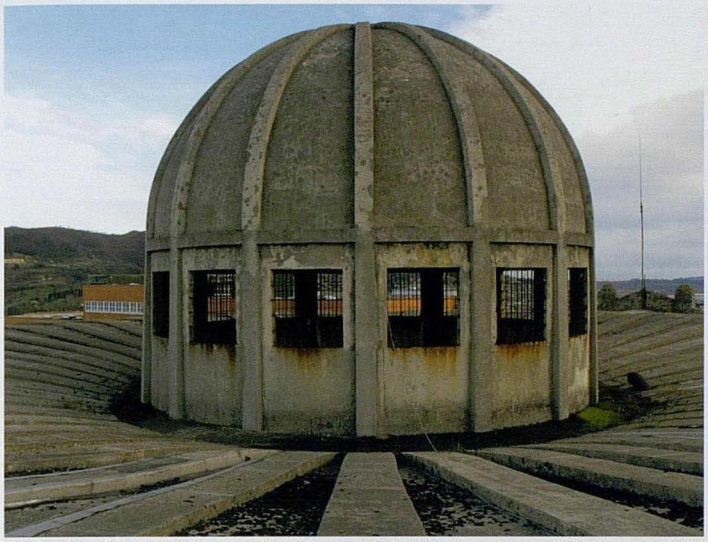


FIGURA 14. VISTA EXTERIOR DEL IV DEPÓSITO DE OVIEDO

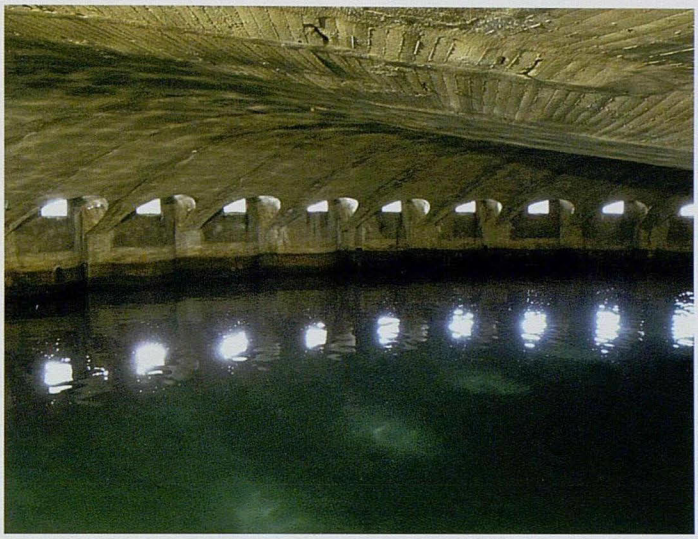


FIGURA 15. VISTA INTERIOR DEL IV DEPÓSITO DE OVIEDO

De aquí se derivaría la cuarta condición: la obra debe ser económica. Estas cuatro exigencias son asombrosamente parecidas a las expuestas por Torroja en el primer capítulo de *Razón y Ser de los tipos estructurales*, cuando dice que una buena obra debe cumplir al máximo cuatro condiciones: la funcional, la resistente o estática, la estética y la económica. Para Torroja, el proceso constructivo no es una condición para que una obra sea considerada como buena, pero es una herramienta para conseguir, en particular, la condición económica, e incluso para hacer factible la solución estructural imaginada.

En el sentido expuesto más arriba, el que un depósito debe ser exclusivamente un depósito, aunque más radical, podría asimilarse a la condición funcional; la "ingenieril", a la estática; la "arquitectónica", a la estética; y la constructiva está planteada, como he comentado, en otro contexto que en Torroja. En cualquier caso, Sánchez del Río se preocupa por los resultados estéticos de su obra, de la que se siente muy contento. Su carácter, un tanto vanidoso y extravertido, le llevan a declararlo así en muchos de sus escritos. En las páginas que siguen se muestran, en algunas fotografías obtenidas por la Fundación Juanelo Turriano para esta publicación, los resultados de estos esfuerzos y, de paso, su opinión, expuesta con vehemencia, de que los depósitos deben dejar de ser algo oscuro y tenebroso para pasar a ser recintos bien iluminados y aireados.

En los cuatro años transcurridos entre 1926 y 1930, como ya he comentado más arriba, Sánchez del Río vive su época más prolífica, no sólo en cuanto proyectos de depósitos sino también de puentes. Ciñéndonos a los primeros, solamente en Asturias se encuentran, además de los ya comentados de Oviedo y Pola de Siero, los depósitos de San Esteban de Pravia (1929, 1.000 $m^3$), Mieres (1930, también con 1.000 $m^3$ de capacidad) y Musel (1929, 1.000 $m^3$). Todos estos depósitos siguen el modelo del 4º de Oviedo, y, en el caso de Mieres y San Esteban, al ser su capacidad mitad del de Pola y estar construidos a media ladera, Sánchez del Río utiliza una mitad de este último [ FIGS. 18 y 19 ].



FIGURA 16. VISTA EXTERIOR DEL DEPÓSITO DE POLA DE SIERO

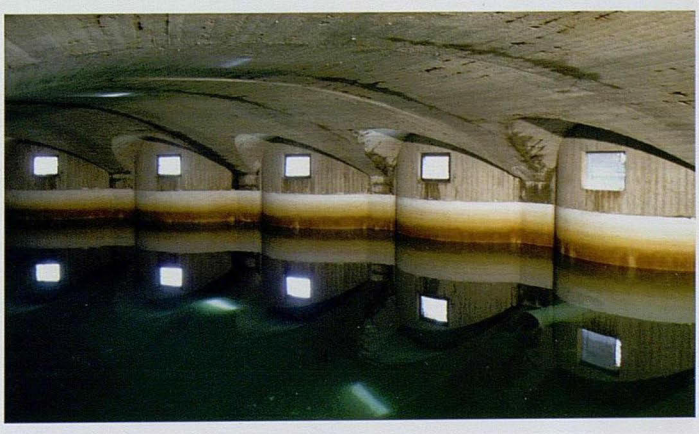


FIGURA 17. VISTA INTERIOR DEL DEPÓSITO DE POLA DE SIERO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

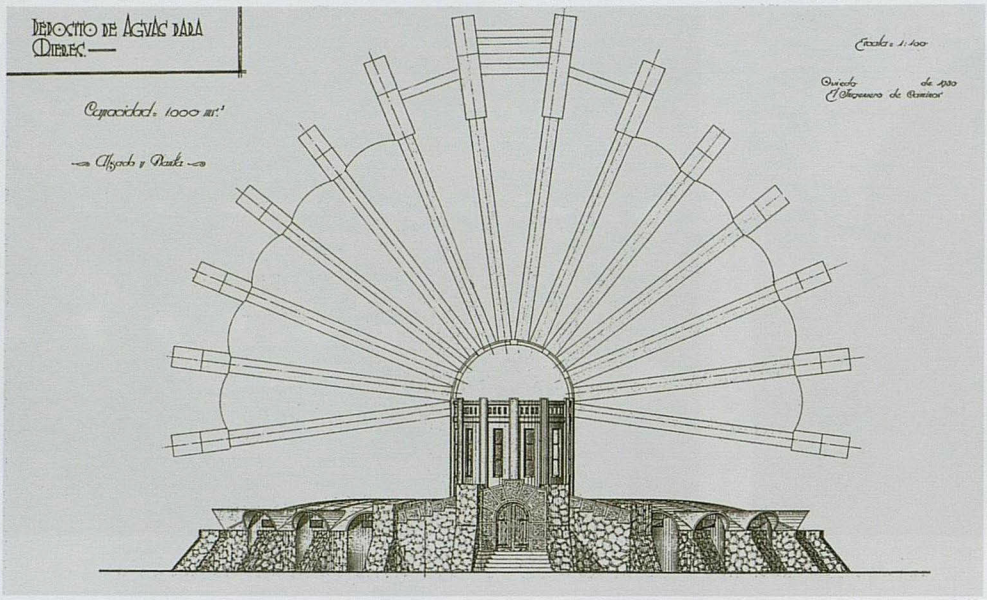



FIGURA 18. PLANTA Y ALZADO DEL DEPÓSITO DE MIERES, MEDIO DEPÓSITO DE POLA DE SIERO

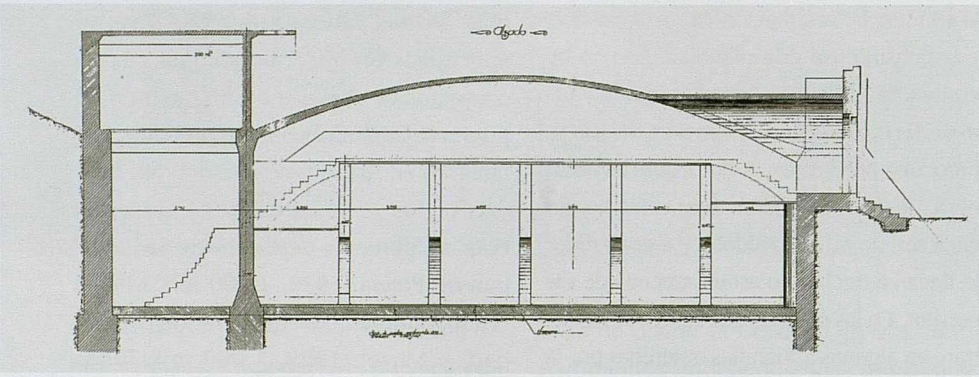


FIGURA 19. SECCIÓN TRANSVERSAL POR EL MURO DIVISORIO

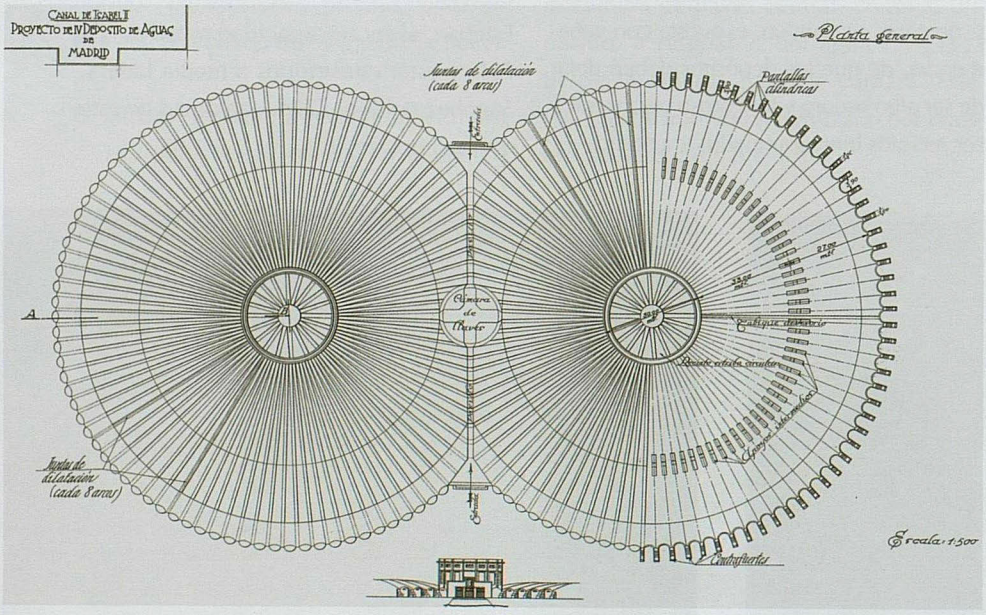



FIGURA 20. PLANTA GENERAL DEL IV DEPÓSITO DE MADRID

Pero, como puede comprobarse por las imágenes, estos depósitos son un calco uno de otro, y todos menores que el original de Oviedo. La ocasión para proyectar un gran depósito se le presentó en el concurso para el IV Depósito de Aguas de Madrid, de una capacidad de 200.000 $m^3$. El solar para ubicar el depósito era sensiblemente rectangular, y Sánchez del Río concibió dos depósitos secantes de 100.000 $m^3$ cada uno, según la disposición de la figura 20. Cada depósito es similar al de Oviedo con los cambios derivados de sus mayores dimensiones. El radio del depósito de 100.000 $m^3$ es de 75,00 m, siendo el de la cámara central de 15,00 m, con lo que la bóveda tórica de cubierta tiene una luz de 60,00 m. Esta luz es muy grande y, de hacerla de un solo vano, requeriría una gran flecha, por lo que el autor decidió poner una serie de apoyos intermedios –que él llama "pilas-semiestribo"– dividiendo los 60,00 m en dos vanos de 33,00 m el interior y 27,00 m el exterior, equilibrando así los empujes sobre estas pilas-semiestribo. Por lo demás, la cubierta sigue las pautas de Oviedo [ FIG. 21 ], con arcos de 1,00 m de anchura, y con la mejora de no llevar los arcos periféricos a morir en la coronación de los contrafuertes, sino más abajo, reduciendo sustancialmente el momento de vuelco sobre estos contrafuertes.

Este depósito está dividido en cuatro compartimentos a través de dos paredes divisorias longitudinales, similares a las de Oviedo, y una transversal según la cuerda de intersección de los dos depósitos. Es en la intersección de estas dos paredes donde se sitúa la cámara de llaves.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

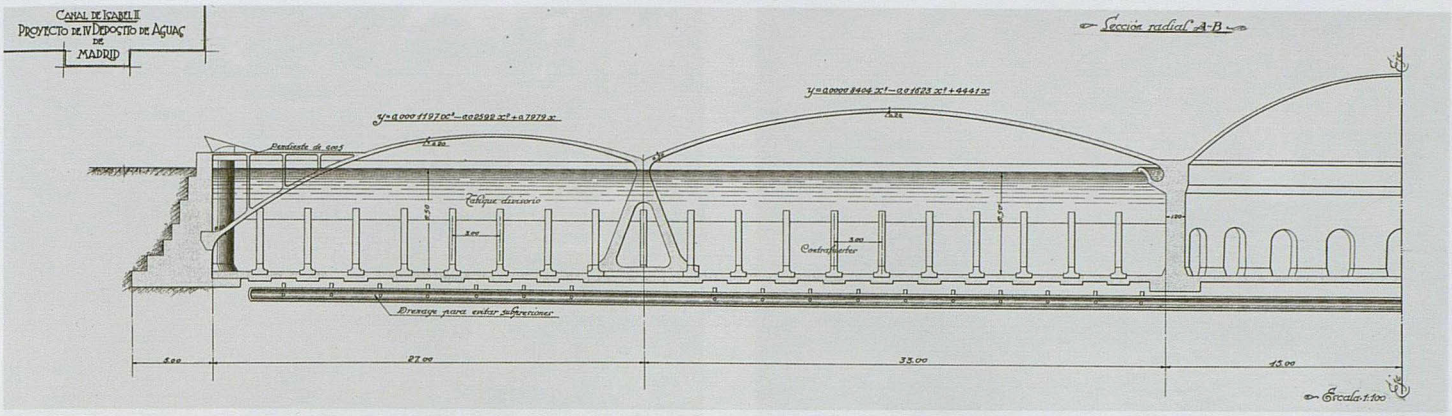



FIGURA 21. SECCIÓN TRANSVERSAL POR UNA PARED DIVISORIA DEL IV DEPÓSITO DE MADRID

Esto lleva al autor a una complicada, pero bien resuelta, estructura para recoger los empujes de los arcos de la cubierta, permitiendo a la vez el paso de las personas bajo ella. A pesar del esmero que Sánchez del Río puso en resolver, y a mi entender resolver bien, los múltiples pequeños problemas que esta solución presentaba, la propuesta fue rechazada por considerarla atrevida. Desde luego lo era, pero, como él mismo dice, "atrevida no quiere decir insegura".

## PUENTES

Sánchez del Río proyectó varios puentes, pero, en realidad, proyectado por él sólo se construyó uno. Esta es la historia de este puente.

En 1928, los concejos de Requejo y Láneo, según cuenta prolijamente nuestro protagonista, encargaron al ingeniero Sr. Durán el proyecto de un puente sobre el río Narcea, en una zona de unos 50 m de anchura de cauce, para dar servicio a estos dos pueblos. El Sr. Durán proyectó un puente de tres vanos que requería dos pilas cimentadas en el propio cauce, pero el presupuesto de ejecución del puente se disparó respecto al previsto, y los concejos de los dos pueblos decidieron encargar a D. Ildefonso un nuevo puente más económico. Según nos explica él mismo, escogió para el nuevo puente el mismo punto de paso del río que el Sr. Durán, pues estaba claro que allí el lecho del río era roca; si no, sería absurdo el presupuesto asignado por Durán a la cimentación de las dos pilas, que ascendía a la exigua cantidad de 861,28 pesetas.

Convencido de que el lecho del río era de roca sana, Sánchez del Río proyectó también un puente de tres vanos, con unos arcos de 15,00 m de luz entre pilas. Pero al realizar el replanteo del puente, en época de estiaje, se comprobó que todo el lecho era de acarreos, y que la roca sana no aparecía por ningún lado, excepto en una de las márgenes. Unos vecinos del pueblo aseguraron haber visto también roca en la otra margen, por lo que Sánchez del Río tomó la lógica decisión de eliminar las pilas en el cauce y sustituir los tres arcos por uno solo de 41 m de luz, cimentado en ambas márgenes, completado con un pontón de avenidas de 8,00 m, proporcionando un desagüe total de 50 m. Aun así, resultó que los vecinos estaban equivocados, y hubo que profundizar la cimentación en una margen hasta 3,50 m por debajo del máximo estiaje, con los consiguientes problemas de agotamiento. Pero, al final, la obra terminó felizmente con muy pequeño incremento presupuestario. He relatado prolijamente estos hechos, pues creo que reflejan bien las circunstancias en que se trabajaba entonces, y la estrecha relación existente, para bien o para mal, entre los vecinos de los pueblos y el ingeniero.

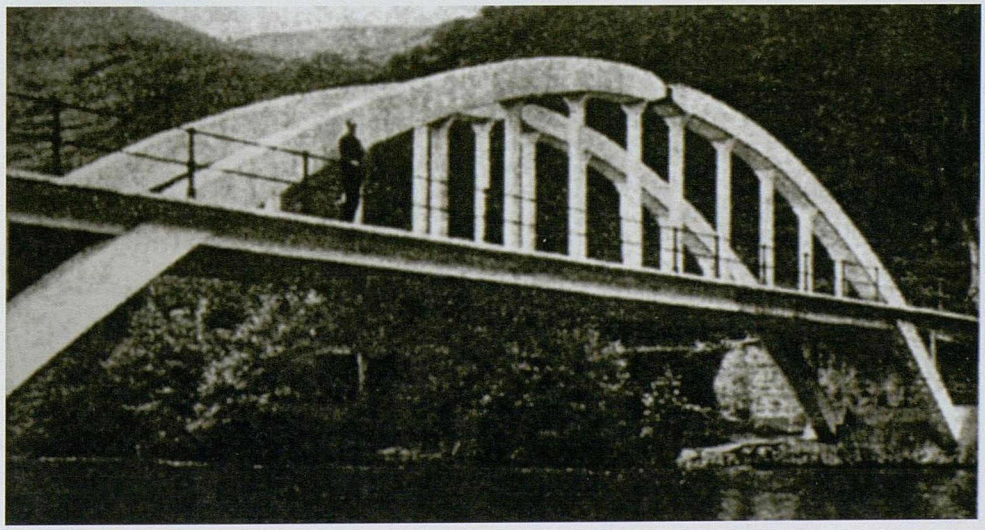


FIGURA 22. PUENTE DE LÁNEO O DE REQUEJO SOBRE EL NARCEA, ASTURIAS



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

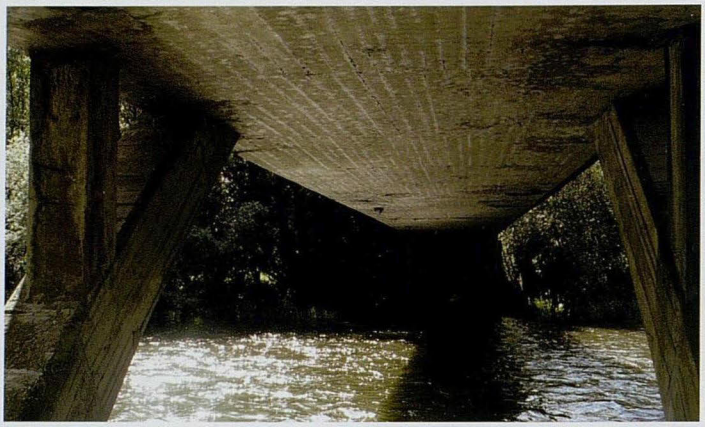


FIGURA 23. PUENTE DE LÁNEO. TABLERO EN LOSA. FOTOGRAFÍA DE F. OBESO



FIGURA 24. PUENTE DE LÁNEO. PONTÓN DE AVENIDAS. FOTOGRAFÍA DE F. OBESO

No se han encontrado planos de este puente, que se ha convertido en el más famoso de los proyectados por Sánchez del Río, pero sí disponemos de fotografías que muestran cómo era y como es este puente. Se trata de un puente en doble arco [ FIG. 22 ], con un tablero intermedio formado por una losa continua de hormigón armado [ FIG. 23 ] con aceras laterales que vuelan por fuera de las péndolas, también de hormigón armado.

Para salvar los 50 m totales del cauce, además del vano del arco de 41,00 m, existe un pontón lateral de avenidas de 8,00 m [ FIG. 24 ], como ya se ha comentado.

Los dos arcos no tienen ningún arriostramiento transversal por encima del tablero y, según una disposición muy excepcionalmente utilizada en puentes de hormigón, son empotrados en arranques y articulados en clave [ FIG. 22 ], utilizando rótulas tipo Mesnager.

Esta disposición, muy querida para Sánchez del Río, y ya utilizada en las cubiertas de sus depósitos, como ya hemos visto, la justifica principalmente el autor no por intuiciones resistentes sino por razones casi más metafísicas que físicas. En la memoria del proyecto, el argumento principal que justifica esta disposición es el siguiente: "Parece natural y racional que todo gran arco debe arrancar con fortaleza de sus estribos, como si fuese una prolongación de éstos, y así realmente debe suceder. Esto produce una sensación de gran tranquilidad en el espectador, a la vez que comunica a la obra el sello de fortaleza y rigidez que es necesario en ella. Con las articulaciones en los arranques, los efectos son contrarios, pues a continuación de un elemento todo fortaleza, todo potencialidad, como es un cimiento o un estribo, nos encontramos con una total interrupción del material en un punto delicado, como es una articulación. En cambio, la articulación en la

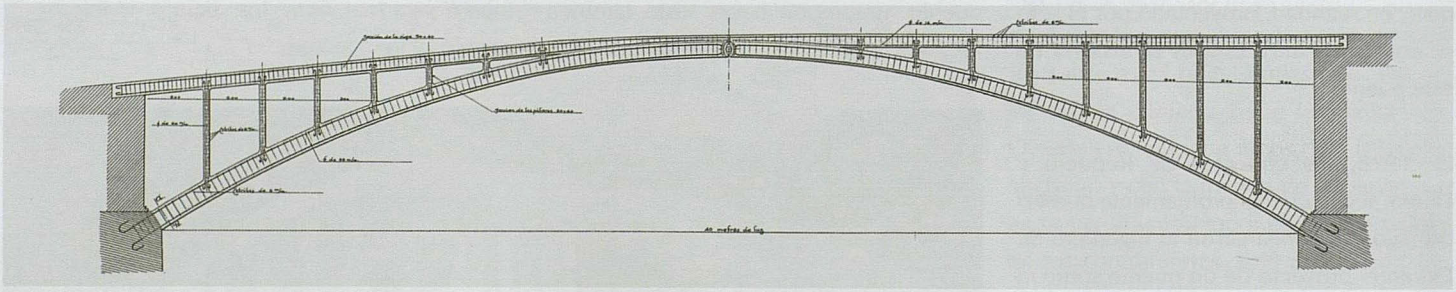


FIGURA 25. SECCIÓN LONGITUDINAL DEL PROYECTO DE PUENTE SOBRE EL NARCEA EN SOTO DE LOS INFANTES

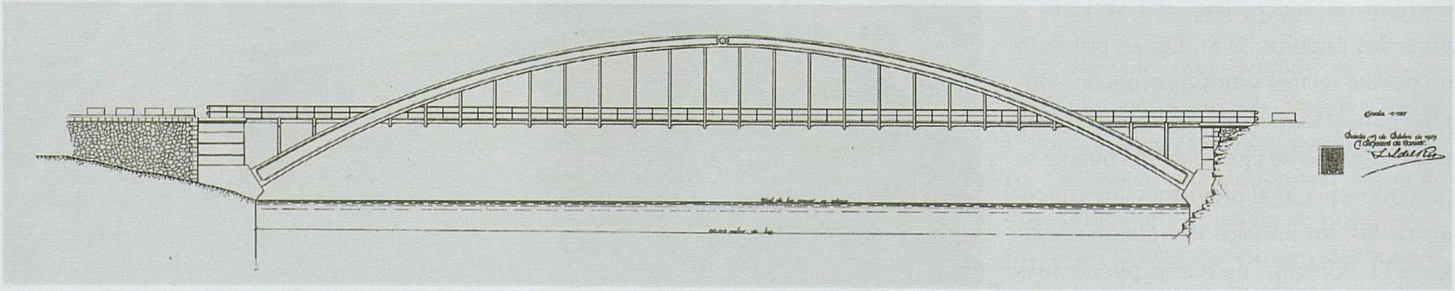


FIGURA 26. PROYECTO DE PUENTE SOBRE EL RÍO NALÓN



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

clave, cambia totalmente el aspecto de la cuestión. Acusándola con valentía, puesto que no hay por qué ocultar una cosa cuando se está convencido de su bondad, comunica al arco esbeltez, fija la clave y señala el apoyo elegante, preciso y tranquilo de los dos medios arcos que, arrancando alejados pero muy firmes en sus estribos, van seguros a reposar en este punto, que basta y sobra que sea un punto…". Hay mucho de voluntarismo en estos argumentos, pero ¡qué pasión por su profesión demuestran!

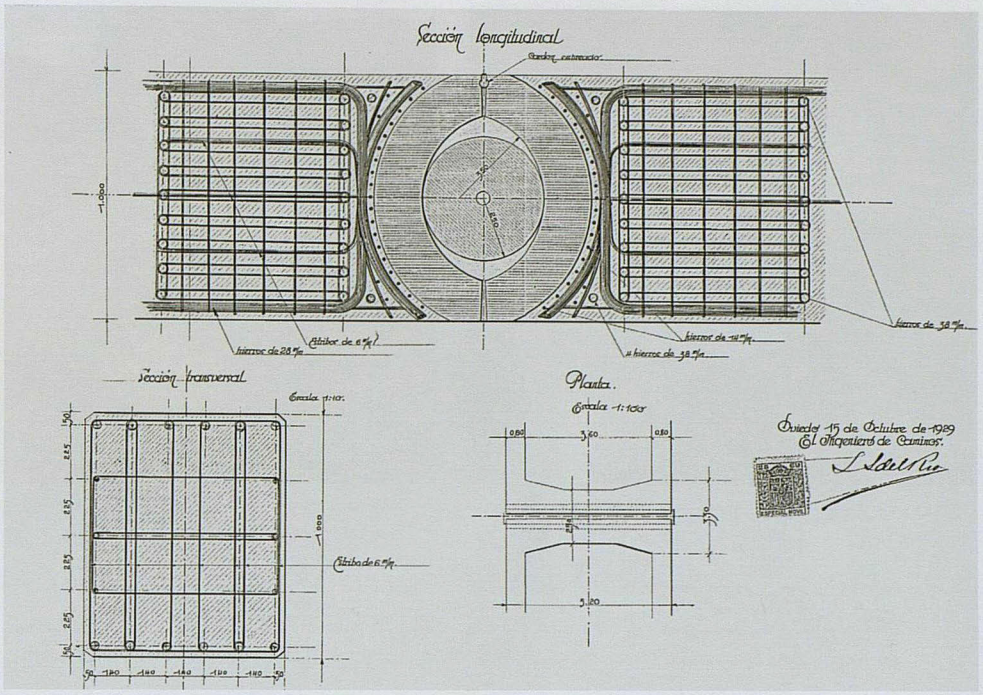



FIGURA 27. RODILLO DE URALITA COMO ARTICULACIÓN EN EL PUENTE SOBRE EL NALÓN

En el proyecto de otro puente sobre el Narcea en Soto de los Infantes, no construido, también propone una articulación central única, en este caso, en un puente de tablero superior.

Finalmente, también en 1929, proyectó un puente en arco sobre el río Nalón, que tampoco se construyó. El puente proyectado es de tablero intermedio, con un doble arco de 80 m de luz, monoarticulado en clave, como el de Láneo, pero con un arriostramiento transversal en clave entre los dos arcos.

El interés de este puente está en que Ribera publicó, en 1930, un artículo en la *Revista de Obras Públicas* hablando de su discípulo Sánchez del Río y de sus puentes monoarticulados. Ribera pone el ejemplo del puente de Láneo, que alaba efusivamente, y al que pone exclusivamente una pega: la casi segura corrosión de las armaduras de la rótula Mesnager que Sánchez del Río había utilizado en la construcción de este puente. En cambio, comenta que lo correcto sería utilizar la nueva articulación propuesta por el propio Sánchez del Río en su proyecto de puente sobre el Nalón, utilizando su invento de rodillo de uralita [ FIG. 27 ].

En realidad, los comentarios de Sánchez del Río reproducidos más arriba, que son los mismos que transcribe Ribera en su artículo, se refieren al puente que él mismo proyectó y construyó, y que es el que se muestra en la figura 22. Pero al analizar las fotografías que ha obtenido la Fundación Juanelo Turriano, como he comentado anteriormente, pude comprobar que el puente que existe actualmente no es el inicial de Sánchez del Río, como puede comprobarse por las imágenes que siguen.

En la figura 28 se ve claramente que los dos arcos están unidos en clave por una robusta traviesa. El arco no cambia su canto al llegar a la clave para formar la

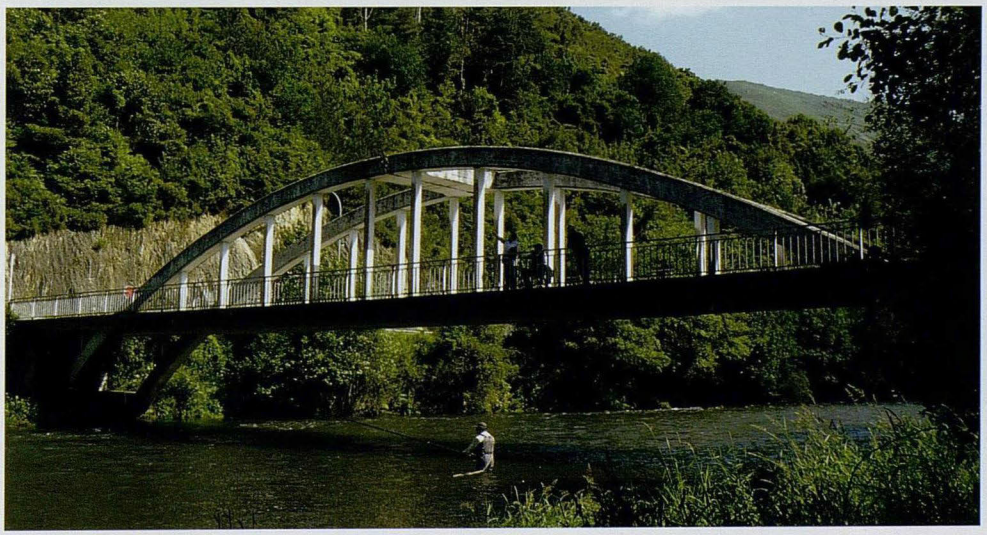


FIGURA 28. EL PUENTE ACTUAL DE LÁNEO O REQUEJO SOBRE EL RÍO NARCEA. FOTOGRAFÍA DE F. OBESO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 29. ARTICULACIÓN CENTRAL DEL PUENTE DE LÁNEO FOTOGRAFÍA DE F. OBESO




FIGURA 30. ACTUAL COTO SALMONERO DEL PUENTE DE LÁNEO. FOTOGRAFÍA DE F. OBESO

rótula. Casi da la impresión de que ésta no existe. Pero el detalle de la figura 29 nos confirma de la existencia de la articulación y que ésta es de rodillo, no Mesnager.

Ante estas evidencias de que el puente actual no es el original de Sánchez del Río, nos pusimos en contacto con la Fundación para recabar información sobre la historia del puente, pero en el Archivo de Sánchez del Río no apareció la más mínima noticia sobre el tema. Pregunté a mis amigos asturianos y unos y otros me condujeron a Urbano Arregui Merediz, ingeniero de Caminos y asturiano de pro, que fue director de la Confederación Hidrográfica del Norte de España y gran conocedor de los ríos asturianos, quien quedó inicialmente extrañado por la indocumentada metamorfosis del famoso puente. Intrigado al extremo, Urbano empezó a preguntar a sus antiguos amigos y colaboradores hasta encontrar la información requerida de su amigo Armando Grande Roca, ayudante de Obras Públicas que trabajó con Urbano tras pasar por la Diputación de Oviedo. Esta información fue completada mediante una indagación en el Archivo de la Diputación, donde encontró el proyecto de reconstrucción del puente, fechado en 1957 y redactado precisamente por un hermano de Ildefonso, Carlos Sánchez del Río, a la sazón ingeniero director de Vías y Obras de la Diputación de Asturias. La historia es la siguiente.

El puente, efectivamente, fue construido en 1929. Pero durante el asedio de Oviedo por las tropas republicanas durante la guerra incivil, seguramente ya en 1936, el puente de Láneo fue demolido. Al terminar la guerra se construyó un puente provisional colgante con tablero de madera, conocido como "puente de cables" que, mal que bien, daba servicio al pueblo. Los vecinos solicitaron reiteradamente la reconstrucción del puente y, como hemos visto, se redactó un proyecto en 1957. Pero la construcción se demoró hasta que en 1959 una gran riada se llevó el puente de cables, por lo que los vecinos tenían que cruzar el río en barca.

De todos es conocida –o por lo menos lo es de los más viejos– la afición de Franco por la pesca y, un día del verano de 1960, se presentó con su escolta en el coto salmonero de Láneo, para practicar su afición. Aunque las versiones de lo que ocurrió difieren, todas coinciden en que, de una forma u otra, los vecinos del pueblo se las ingeniaron para burlar la vigilancia de la escolta y hacer llegar a Franco que el pueblo había quedado totalmente aislado sin el puente. Franco no se dio por enterado, pero, tras el verano, se recibió en la Diputación de Oviedo la orden de reconstruir el puente. Al recibir la orden, Armando Grande como ayudante de Obras Públicas y Enrique Lafuente como ingeniero se pusieron rápidamente en marcha para reconstruir el puente según el proyecto de 1957 de Carlos Sánchez del Río, terminándose las obras en 1961. Pero lo más interesante de este proyecto es que es una reconstrucción del original, salvo por una modificación importante: la rótula original tipo Mesnager fue sustituida por una articulación mediante rodillos de uralita, que era la que Ildefonso Sánchez del Río había previsto en su proyecto de puente sobre el Nalón. Con independencia del conocimiento que Carlos Sánchez del Río tenía de este proyecto, lo más lógico es que consultase con su hermano Ildefonso y que éste le aconsejase realizar ese puente híbrido entre los de Láneo y Nalón. De esta manera resulta que el actual puente de Láneo es un claro exponente de las ideas más queridas y originales de Ildefonso en el diseño de puentes: puente en arco monoarticulado en clave, con articulación en rodillo de uralita.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



FIGURA 31. EL PUENTE DE SANTO DOMINGO DE LA CALZADA SOBRE EL RÍO EBRO EN HARO. FOTOGRAFÍA DE R. DONÉZAR

Desde 1946 a 1951, Sánchez del Río ocupó el cargo de director general de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas, desde donde promovió la construcción de un puente sobre el Ebro en Haro, su tierra natal. Aunque él fijó las ideas generales del proyecto, éste fue realizado por Vicente Roglá Altet, a la sazón ingeniero de la Jefatura de Puentes.

Este puente esta constituido, debido a su esviaje, por dos bóvedas independientes de hormigón en masa, triarticulados con rótula de uralita, que hubo que reforzar con unos tornillos pasantes transversales. Pero, por muchas razones, en mi opinión, y aunque el autor no lo hubiese previsto así, el puente actual de Láneo se ha convertido en el exponente más claro de las ideas pioneras de Sánchez del Río.



FIGURA 32. DETALLE DE UNO DE LOS APOYOS DEL PUENTE DE SANTO DOMINGO DE LA CALZADA SOBRE EL RÍO EBRO EN HARO. FOTOGRAFÍA DE R. DONÉZAR



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

# RIO · CERAMICA, S. A.

OFICINAS EN MADRID: PELIGROS, 9 TELEFONOS 32 38 03-04
FABRICA EN MADRID (PROLONGACION DE EMBAJADORES) TELEFONO 27 49 85
APARTADERO **RIO CERAMICA** • ESTACION MADRID-ATOCHA

## PIEZAS ESPECIALES PARA FORJADOS

PROCEDIMIENTOS · **RIO · CERAMICO** · HORMIGON ARMADO CON MOLDES DE CERAMICA
PARA LA CONSTRUCCION DE PISOS Y CUBIERTAS

PATENTES ESPAÑOLAS, NUMEROS: 138.429 - 140.108 - 146.444 - 166.304 - 196.177 - 200.749
Declarados de interés por la Dirección General de Arquitectura

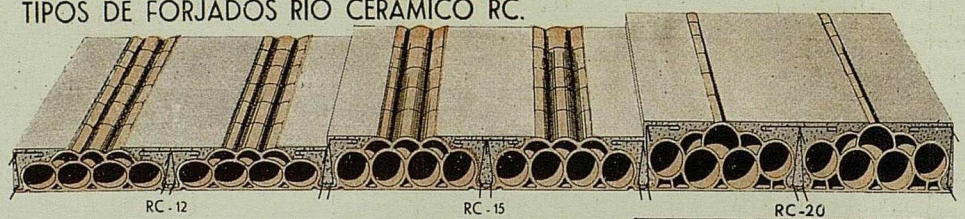
## ¡¡MAS DE 5.000.000 DE METROS CUADRADOS CONSTRUIDOS!!

FORJADOS **RIO CERAMICO.** FABRICADOS "IN SITU" TIPOS RC-12, RC-15, RC-20, RC-24 + 4, RC-28 + 6, RC-40 + 8

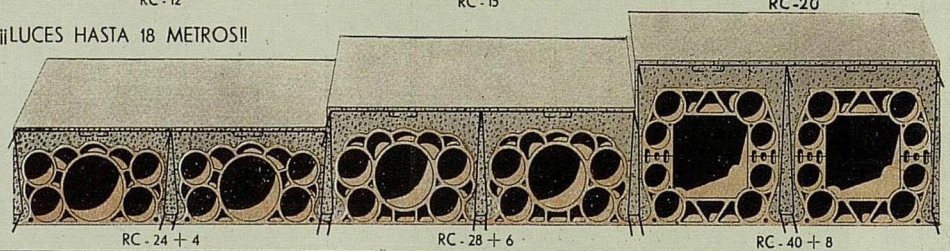
FORJADOS **RIO CERAMICO.** CON VIGUETAS CERAMICAS PREFABRICADAS Y PIEZAS CERAMICAS DE RELLENO Y HORMIGON DE COMPRESION "IN SITU" TIPOS RC-U-12 Y RC-U-15

**LIGEROS · CONSTRUCTIVOS · ECONOMICOS**

TIPOS DE FORJADOS RIO CERAMICO RC.



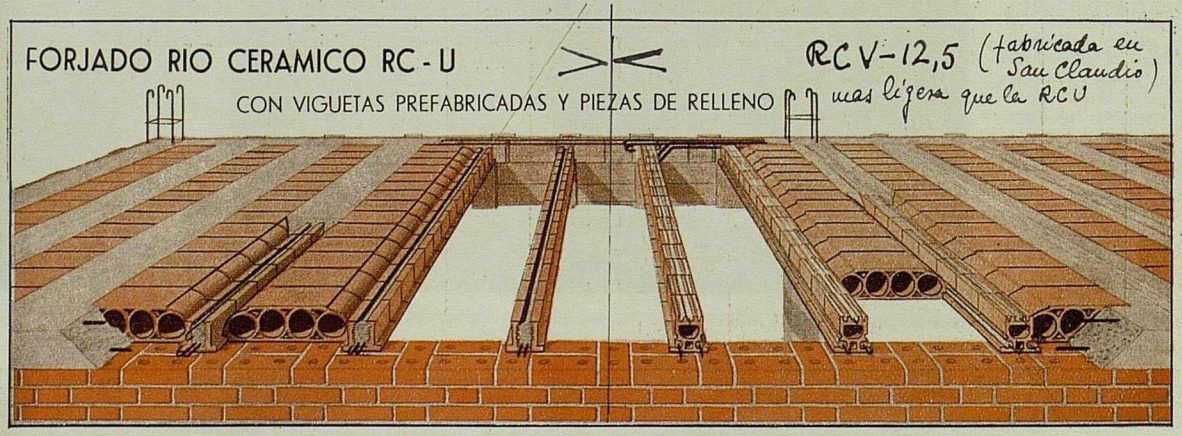

¡¡LUCES HASTA 18 METROS!!




FORJADO RIO CERAMICO RC - U

CON VIGUETAS PREFABRICADAS Y PIEZAS DE RELLENO

RCV-12,5 (fabricada en San Claudio) mas ligera que la RCU



LA NORMAL - MADRID

# LAS PATENTES DE FORJADOS DE ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO

ENRIQUE GONZÁLEZ VALLE

## INTRODUCCIÓN

Dentro del campo de la edificación han sido los forjados, considerados como elementos estructurales, los elementos constructivos sobre los que se ha desarrollado un gran número de patentes y/o modelos de utilidad. La búsqueda de soluciones para dar respuesta a las exigencias de seguridad y funcionalidad que se plantean para estas unidades, ha sido continua y tanto multitud de técnicos individualmente como organizaciones, relacionadas con el mundo de la construcción, han aportado soluciones, unas veces con alto nivel de tecnificación y, en contraposición, otras soluciones en las que las deficiencias técnicas resultaban evidentes. El mundo normativo los ha contemplado muchas veces con un gran detalle, tal vez mayor que con el que se han visto tratados otros elementos estructurales, si no más importantes sí más relevantes, representando ello un índice evidente del interés que siempre han suscitado estos elementos constructivos y de su importancia en el mundo de la construcción.

Las soluciones dadas para estos elementos han tenido casi siempre que compatibilizar aspectos que pueden llegar a ser aparentemente contrapuestos, como son la seguridad estructural, la viabilidad constructiva y la economía. Pero ha sido evidente que el principal motor del desarrollo de las soluciones dadas para los forjados ha sido la búsqueda de tipologías que resultasen competitivas desde el punto de vista económico, como ocurre en general con casi todas las unidades constructivas que integran las obras de edificación.

ANUNCIO DE RÍO - CERÁMICA, S.A. CON DIVERSOS TIPOS DE FORJADOS QUE FABRICABA



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

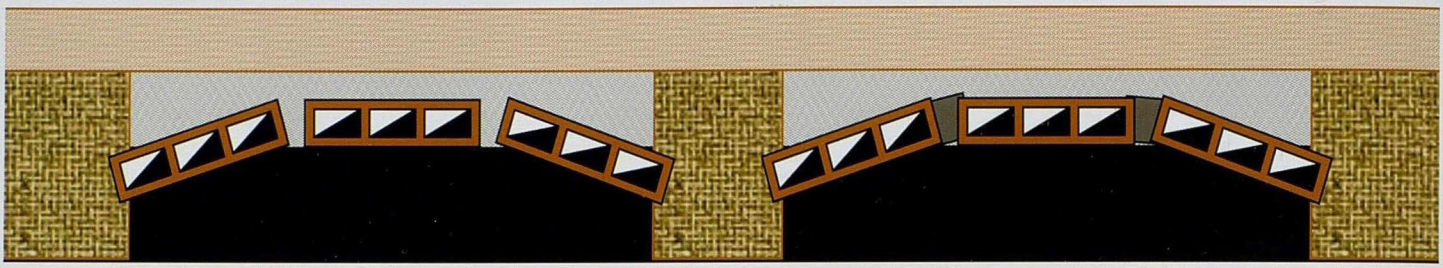


FIGURA 1. FORJADO DE VIGUETAS DE MADERA

El desarrollo de las soluciones, valoradas como técnicamente correctas, empleadas para los forjados y que han tenido reflejo en su aplicación práctica, ha precisado la previa consideración y puesta en práctica de diferentes aspectos, entre los que citamos, como más relevantes:

– El profundo conocimiento técnico de su comportamiento estructural.

– El conocimiento profundo de los materiales que los constituyen y de sus posibilidades de fabricación y utilización.

– La valoración positiva de la viabilidad de los procesos constructivos en lo referente a su agilidad y facilidad de construcción.

– El análisis para comprobar las posibilidades de optimización económica de esta unidad constructiva y de otras cuya ejecución queda condicionada por ella, como serían los revestimientos de techo.

Todo ello complementado con la imaginación e intuición que siempre deben acreditar los profesionales que desarrollan aquellas ideas con potencialidad para mostrar el valor técnico y la competitividad, aspectos que son los que normalmente han conducido tanto a los avances técnicos y al progreso, como al éxito en su aplicación a la práctica constructiva de las soluciones desarrolladas.

Uno de esos profesionales en cuyas actuaciones pueden verse reflejadas las anteriores ideas es Ildefonso Sánchez del Río, autor de diferentes patentes de forjados, las cuales comentaremos a lo largo de esta comunicación redactada para el libro-catálogo de la exposición dedicada a tan insigne ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

## BREVE HISTORIA RECIENTE DE LOS FORJADOS DE EDIFICACIÓN

Para poder valorar la importancia de las aportaciones a la práctica constructiva de las soluciones de forjado desarrolladas por Ildefonso Sánchez del Río, pasamos a exponer una visión resumida de la evolución de los forjados de edificación desde los momentos anteriores al inicio de la utilización de elementos estructurales de hormigón para la construcción de forjados.

Hasta la aparición del hormigón armado, hoy denominado hormigón estructural, las soluciones de forjados empleadas en la edificación, si exceptuamos las soluciones estructurales abovedadas a base de piedra y relleno hasta enrasar en su-



FIGURA 2 FORJADO DE VIGUETAS DE MADERA

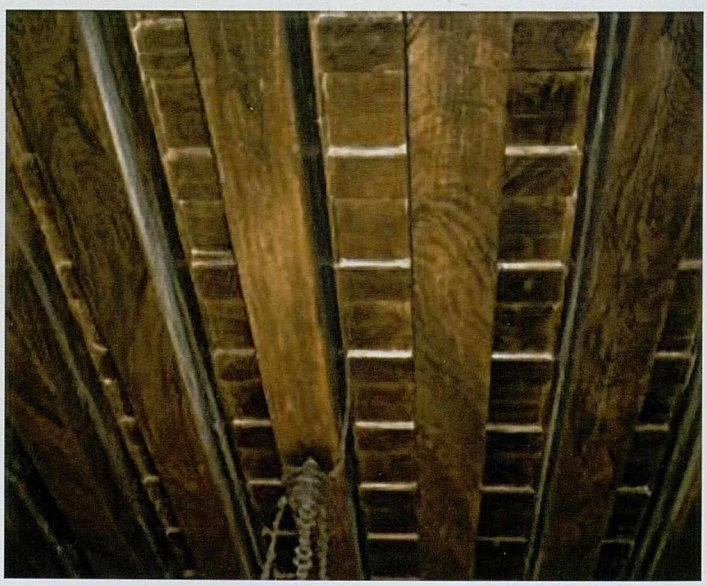


FIGURA 3 FORJADO DE VIGUETAS DE MADERA



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

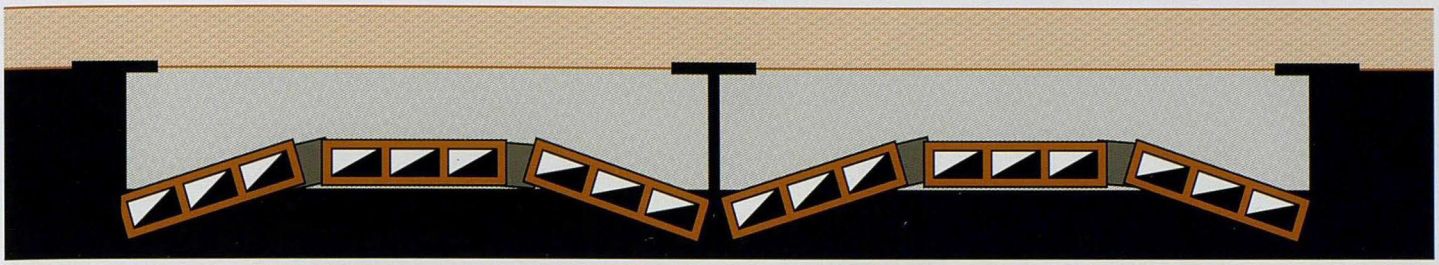


FIGURA 4. FORJADO DE VIGUETAS METÁLICAS

perficie horizontal realizado normalmente con materiales sueltos, habían sido las de la utilización de "viguetas", en la mayoría de los casos de madera, que soportaban un entablado, asimismo de madera, el cual configuraba un suelo utilizable por las personas, que era directamente pisable y que tenía capacidad resistente suficiente para poder soportar las cargas de utilización, incluido el peso del equipamiento de la edificación. Las viguetas de madera, como elemento estructural básico, habían sido empleadas, casi en exclusiva, hasta el comienzo del empleo de elementos metálicos (hierro, fundición o acero), materiales con los cuales se comienzan a utilizar soluciones de forjados de configuración semejante a la empleada para los forjados a base de viguetas de madera [ FIGS. 1, 2 y 3 ].

En el siglo XIX coexisten los forjados a base de viguetas de madera y de viguetas metálicas [ FIGS. 4, 5 y 6 ], configurando soluciones estructurales muy parecidas. Los entablados de madera recibidos sobre las viguetas se sustituyen por fábricas de ladrillo en soluciones planas o abovedadas. Además, para aligerar el peso derivado de la utilización de rellenos, que permitían configurar las superficies de las caras superiores del forjado planas y horizontales, se recurre a materiales ligeros, carbonilla e incluso piezas cerámicas huecas, rellenos que se rematan mediante capas de mortero sobre las cuales se disponen diferentes tipologías de unidades de solados. Los techos, en muchas ocasiones de carácter decorativo, se resuelven mediante la disposición de falsos techos de escayola separados del forjado y soportados por él. En aquellos momentos, los forjados son apoyados en muros de fábrica, con o sin entramado de madera, o en pórticos metálicos.

La aparición del hormigón armado cambia la tipología de forjados, que comienzan a emplearse a base de este material. A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, comienzan a llegar a nuestro país diferentes soluciones estructurales de hormigón armado, amparadas bajo patente, comenzándose a emplear la losa maciza de hormigón soportada por vigas y pilares de hormigón armado configurando pórticos. Incluso tempranamente se comienza a utilizar la placa recibida sobre vigas e incluso la placa directamente apoyada sobre pilares.



FIGURA 5 FORJADO DE VIGUETAS METÁLICAS



FIGURA 6 FORJADO DE VIGUETAS METÁLICAS



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

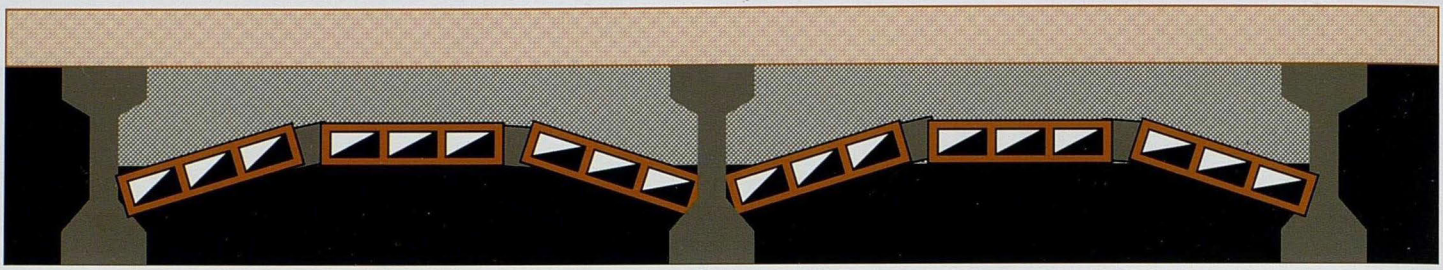


FIGURA 7. FORJADO DE VIGUETAS AUTORRESISTENTES

Asimismo es muy incipiente el empleo de soluciones aligeradas para las losas, ya que pronto se valora la importancia que el peso del nuevo material tiene en la economía de la solución estructural realizada con hormigón, y en paralelo se comienzan a desarrollar otras soluciones que reduzcan la carga muerta optimizando el volumen del material utilizado. Las vigas de canto constante, integrantes de los pórticos de hormigón armado, cambian su tipología ajustando su canto a la solicitación variable a lo largo de la luz de la pieza, mediante el empleo de soluciones acarteladas que incrementan la capacidad resistente de la viga a flexión y cortante en las zonas de los apoyos. Por otra parte, se aligeran las soluciones de losa maciza empleadas para los forjados mediante su transformación en losas nervadas en forma de T múltiple, más fácilmente construibles que las losas aligeradas mediante alveolos, las cuales requieren en ocasiones encofrados perdidos o difícilmente recuperables, todo ello para los forjados con comportamiento unidireccional. Estas soluciones, que estructuralmente recuerdan a los forjados no monolíticos empleados con otros tipos de material, madera o metal, tienen la posibilidad de conformar forjados con continuidad entre vanos y con mejores características de reparto transversal de las cargas puntuales y lineales. Además tienen otro aspecto favorable, ya que la presencia de una losa de hormigón superior, como alas de las secciones en T, permite tener un suelo horizontal, estructuralmente y funcionalmente utilizable sin necesidad de recurrir a rellenos complementarios de material suelto o aglomerado, lo que compensa parcialmente el mayor peso de la nueva solución estructural. Los falsos techos en esta solución son necesarios para ocultar la estructura en la edificación residencial, permitiéndose dejarlos vistos en la edificación industrial, y para ello se recurre a la misma solución de falsos techos de escayola soportados por el forjado.

La nueva tipología constructiva de forjados de hormigón hace necesario implementar nuevos procesos constructivos más complejos, que tienen que ser estudiados detalladamente y que requieren el empleo de materiales, mano de obra especializada y otros medios auxiliares de complejidad y coste nada despreciables. Nos referimos al encofrado y al cimbrado, dos procesos que, por condicionar fuertemente el coste y el ritmo de la ejecución, siempre han sido muy relevantes en la construcción de forjados e incluso lo siguen siendo en los momentos actuales. La viabilidad económica y constructiva de estas soluciones está condicionada por la de estos procesos, y a su análisis, el cual debe partir de la incidencia relativa de los costes de los materiales y de la mano de obra para una solución constructiva determinada, se dedican los mayores esfuerzos técnicos, por parte de ingenieros de proyectos y constructores, con el objetivo de desarrollar soluciones que permitan optimizar tales soluciones y resulte competitivo el empleo de forjados de hormigón armado.

La primera de las soluciones implementadas se refiere a la sustitución del encofrado por piezas de aligeramiento, bovedillas de mortero de cemento o cerámica, las cuales harán las funciones de un encofrado, el cual no será retirado, facilitando la formación de secciones sensiblemente en T mediante el relleno con hormigón de los espacios que quedan entre ellas. Estas piezas, que estarán adheridas al hormigón, en concepto de los primeros utilizadores, permitirán incluso ser contabilizadas como parte de la sección resistente del forjado. Su forma deberá ser estudiada para facilitar la disposición de las armaduras y el hormigonado con garantías de compacidad y facilidad para el relleno de hormigón estructural entre los aligeramientos. Todo ello, aparte de conformar la sección resistente de hormigón armado, permite disponer de un suelo plano y horizontal sobre el que colocar el solado. Pero, además, con piezas de aligeramiento de superficie inferior plana, al no resultar necesaria la disposición de un falso techo, el acabado del techo puede hacerse mediante un revestimiento de yeso o mortero aplicado directamente sobre la cara inferior del forjado para, sobre este revestimiento, aplicar el acabado decorativo definitivo.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

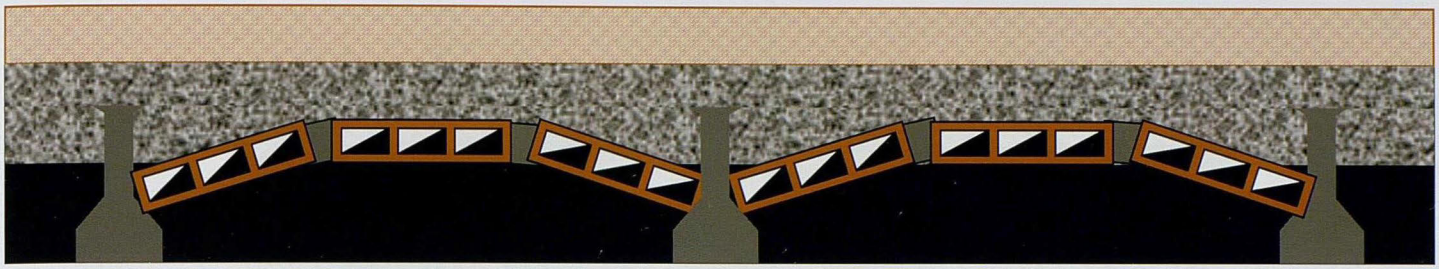


FIGURA 8. FORJADO DE VIGUETAS SEMIRRESISTENTES

El cimbrado, segundo proceso auxiliar a que hemos hecho referencia, también estuvo presente desde el inicio en la mente y en los estudios de los ingenieros de proyecto y de construcción, dada su incidencia en la seguridad de construcción, en el plazo de ejecución y en el coste final de la solución del forjado empleada. Los esfuerzos se desarrollan en dos vertientes: por una parte, industrializando la solución de sopandas y puntales para que tanto la disposición como la recuperación del material empleado en el proceso de cimbrado sea ágil y optimizada desde el punto de vista de la reutilización del material; por otra parte, empleando tipos de pieza de aligeramiento y procesos de ejecución del forjado que hicieran que el cimbrado y el encofrado se viesen reducidos al mínimo volumen posible, mediante el empleo de tipologías constructivas de elementos prefabricados, total o parcialmente, que redujesen o incluso hiciesen innecesaria su disposición. Así surgen los primeros forjados prefabricados, construidos mediante losas aligeradas, con configuración semejante a los realizados *in situ*, y los primeros forjados de viguetas prefabricadas, en principio autorresistentes y con configuración semejante a los realizados con viguetas de madera o metálicas [ FIG. 7 ], y posteriormente los formados por viguetas semirresistentes [ FIG. 8 ], armadas o pretensadas, en las soluciones cuyo empleo sigue siendo generalizado en la actualidad [ FIG. 9 ]. En paralelo surgen y se desarrollan diferentes soluciones de piezas de aligeramiento, las cuales en ocasiones representan el sello de identidad del propio forjado, piezas que se producen no solo para los forjados con comportamiento estructural unidireccional, sino también para las placas aligeradas con comportamiento estructural bidireccional, en la tipología constructiva que en la actualidad reconocemos bajo la denominación de forjados sin vigas o reticulares.

La mejora de estos procesos ha sido la línea a la que se ha ajustado el desarrollo de las soluciones constructivas empleadas en los forjados durante todo el siglo XX, y en especial en la segunda mitad del mismo, condicionado todo ello por el incremento relativo de los costes de la mano de obra frente al coste del material. Así surge el empleo de las múltiples soluciones de forjado a base de elementos prefabricados, viguetas autorresistentes o



FIGURA 9. FORJADO DE VIGUETAS SEMIRRESISTENTES



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

semirresistentes, losas prefabricadas, forjados mixtos chapa de acero-hormigón, etc., o de las soluciones de cimbrado industrializadas que hoy en día se utilizan con enorme profusión para las distintas soluciones estructurales que se emplean en los forjados.

La aportación de ingenieros como Ildefonso Sánchez del Río ha sido fundamental en el desarrollo de soluciones de forjado que supusieron mejoras técnicas, de agilidad y de viabilidad constructiva, así como de optimización económica de las soluciones por ellos desarrolladas. No es gratuito afirmar que gracias a los esfuerzos por ellos realizados en los momentos iniciales y durante toda la segunda mitad del siglo XX, los forjados hechos a base de hormigón estructural presentan hoy en día el enorme desarrollo y volumen de aplicación que tienen.

## EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS FORJADOS UNIDIRECCIONALES

Los forjados unidireccionales empleados en edificación son elementos cuyo comportamiento estructural es complejo. Las funciones estructurales que en general deben desarrollar son de tres tipos:

– Transmitir a la estructura que los soporta las acciones verticales directamente aplicadas sobre ellos, peso propio, carga permanente y sobrecarga de utilización.

– Repartir entre los diferentes elementos estructurales integrantes del forjado las cargas puntuales y lineales que actúan sobre el forjado.

– Desarrollar un comportamiento como viga de gran canto para garantizar el arriostramiento del conjunto de la estructura de la edificación y para movilizar la capacidad resistente conjunta de los elementos verticales, pórticos, pantallas y núcleos contra viento, frente a acciones horizontales, viento, sismo u otro tipo de acción horizontal.

Las tres funciones enunciadas son las que consideramos básicas, y tanto su análisis estructural como su configuración constructiva deben responder a esquemas que ofrezcan garantías del cumplimiento de las exigencias que se deriven de dichas funciones.

El análisis estructural de un forjado unidireccional, elemento sobre el que actúan acciones verticales uniformemente repartidas, puntuales y lineales, puede revestir conceptualmente una gran complejidad. Se trataría de una losa ortótropa, que puede estar simplemente apoyada o con continuidad, pudiendo ser sus apoyos deformables verticalmente e incluso tener rigideces propias a flexión e incluso a torsión. Se plantea un problema de análisis estructural de difícil, por no decir de imposible, resolución con los medios de cálculo de que se disponía en los momentos en los que se comienzan a aplicar las primeras soluciones de forjados de hormigón armado unidireccionales dispuestos en vanos con continuidad. Incluso hoy en día un análisis estructural derivado de la adopción de tal modelo, aunque con el auxilio de medios informáticos resulte posible, sería inviable, dado que conllevaría una enorme complejidad numérica y, además, la solución así proyectada sería extraordinariamente compleja en su ejecución, ya que tal vez no habría dos viguetas con los mismos esfuerzos y, en consecuencia, con el mismo armado.

En función de lo anterior, la lógica quedó impuesta al rigor teórico en el desarrollo de la solución inicialmente e incluso en la actualidad; lógica que llevó a desacoplar los eventuales comportamientos estructurales del forjado contemplando aisladamente las funciones que hemos citado.

Así, desde un punto de vista práctico, en lo que se refiere a la primera de las funciones encomendadas al forjado, las acciones verticales se asimilan normalmente a cargas uniformemente repartidas, los apoyos se consideran indeformables verticalmente y cuando se reciben sobre vigas se considera despreciable su rigidez torsional. Bajo tales hipótesis, el forjado se calcula como asimilándolo a un modelo de viga, apoyada y en su caso con continuidad, modelo que era empleado en los periodos iniciales y sigue siendo el adoptado en la práctica actualmente. Gracias a la adopción de tal modelo diríamos que resulta viable la prefabricación de elementos y/o su sistematización constructiva.

Para garantizar el cumplimiento de la segunda función, dado que la flexión de los forjados no sería con deformada de tipo cilíndrico, el cumplimiento de las características exigibles de capacidad de reparto transversal entre nervios quedó ligada, desde los inicios del empleo de las soluciones de forjado unidireccionales, a



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

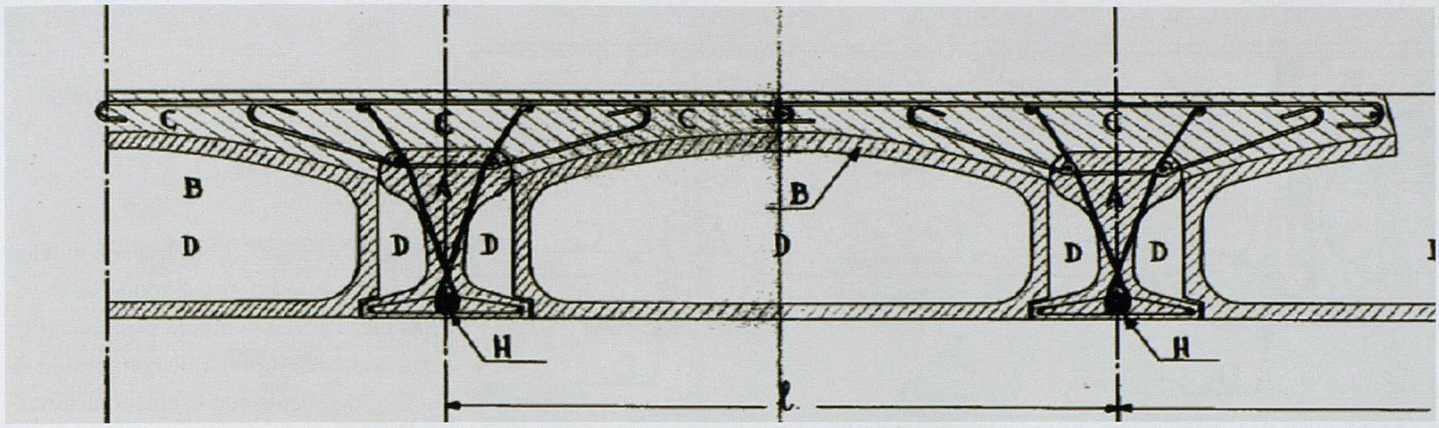



FIGURA 10. PATENTE PRESENTADA EL 30 DE MAYO DE 1935

la experiencia positiva en lo referente a ausencia de lesiones en los elementos de acabado de suelos y techos. Hoy en día, existen en las normas prescripciones de tipo geométrico para la configuración de las secciones transversales, exigencias de capas de compresión, armaduras transversales a los nervios y separación máxima de nervios, que pretenden dar garantías en el cumplimiento de las exigencias de reparto transversal.

En lo referente a la tercera exigencia, capacidad de arriostramiento del conjunto de la estructura y movilización conjunta de la capacidad resistente de los elementos verticales frente a acciones de viento o sismo, es necesario que el comportamiento del forjado como viga horizontal esté garantizado, lo que se consigue, en los edificios de altura moderada, mediante exigencias de tipo constructivo, establecidas por las normas y códigos de buena práctica de proyecto y construcción, tales como la disposición de una losa superior de reparto y el armado de tal losa.

En la época en la que se comienzan a utilizar los forjados unidireccionales a base de nervios, la preocupación de los proyectistas y constructores fue prioritariamente y casi exclusivamente, la garantía del cumplimiento de la primera de las funciones.

La garantía de cumplimiento de la segunda función no debió ser muy preocupante en la época de aparición de los primeros tipos de forjado de hormigón armado, dados los tipos de solado y revestimiento de techos que se empleaban. Pero también es cierto que cuando se cambió el tipo de revestimiento de techos y se emplearon forjados de baja capacidad de reparto transversal, tales como los forjados a base de viguetas prefabricadas autorresistentes sin capa de compresión, surgieron lesiones en los revestimientos de techos que hicieron recomendable el incremento de la capacidad de reparto transversal mediante la disposición obligada de una losa superior, también denominada capa de compresión, armada con armadura transversal a los nervios o viguetas.

En lo referente a la tercera función, la baja altura de los edificios no obligaría a que el forjado tuviese fuertes solicitaciones por este concepto. Pero el incremento de la altura de las edificaciones obligó a que la capa de compresión armada fuese de disposición reglamentaria para el cumplimiento de tal función e incluso a la necesidad de desarrollar análisis estructurales específicos, ello unido a un dimensionamiento acorde con sus resultados, cuando la altura de la edificación, la configuración de los elementos integrantes de la estructura vertical del edificio o sus condiciones de exposición a las acciones horizontales de viento, sismo o de otro tipo, lo hiciesen necesario.

## LAS PATENTES DE FORJADOS DE ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO

La breve historia de los forjados y la descripción de las facetas básicas de su comportamiento estructural, aspectos que hemos expuesto en los apartados precedentes, nos permitirán encuadrar en el tiempo y valorar las soluciones de forjado en relación al cumplimiento de las funciones que hemos asignado a los forjados unidireccionales, y particularmente las soluciones patentadas por parte de Ildefonso Sánchez del Río en los momentos en que fueron presentadas a aprobación.

Del análisis de la documentación existente en los archivos de la Fundación Juanelo Turriano, se desprende que Ildefonso Sánchez del Río presentó quince patentes relacionadas con forjados de edificación, según se señala en el Anexo nº 1.

Las dos primeras patentes se presentan ante el Registro de la Propiedad Industrial en el año 1935, siendo la segunda de ellas objeto de dos mejoras en los años 1936 y 1940. La primera de ellas, presentada en



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

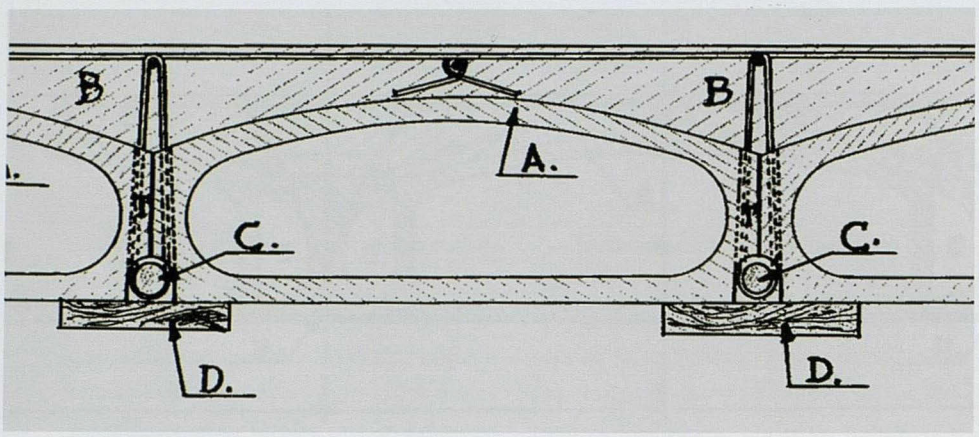



FIGURA 11. PATENTE PRESENTADA EL 7 DE NOVIEMBRE DE 1935

el mes de mayo de 1935 [ FIG. 10 ] reivindica un nuevo procedimiento de construcción para forjados con techo plano que incorpora viguetas prefabricadas, con armaduras de conexión a esfuerzo rasante, y bovedillas de hormigón, como encofrado perdido, todo ello fabricado en taller, completándose la sección compuesta resistente del forjado mediante hormigón vertido *in situ*. En la segunda, presentada en el mes de noviembre de 1935 [ FIG. 11 ], se prescinde de las viguetas prefabricadas y se reivindica un procedimiento de construcción de pisos huecos formados solamente a base de bovedillas de hormigón, cuya configuración es tal que permite alojar las armaduras de flexión y cortante en acanaladuras dispuestas al efecto, quedando la sección resistente del forjado complementada por un hormigón vertido *in situ* para configurar una sección en T.

Las dos patentes citadas adoptan una sección de forjado con losa superior o capa de compresión en toda la superficie superior del mismo. La adición a esta patente presentada en abril de 1936 [ FIG. 12 ] reivindica la posibilidad de que la parte de hormigón vertido *in situ* para formar la sección en T no cubra toda la superficie superior del forjado, lo que se consigue mediante una sección específica de la bovedilla, la cual puede tener tabiquillos intermedios para su refuerzo. En la mejora a la patente principal presentada en octubre de 1940, aunque la memoria está firmada en diciembre de 1938 [ FIG. 13 ], se reivindica una tipología de forjado en la que las bovedillas o moldes quedan separados para que el alma de los nervios sea formado con hormigón *in situ*. Asimismo se reivindican diferentes tipos de material, entre ellos la cerámica, y diferentes formas de configurar las bovedillas o moldes, los cuales pueden descomponerse en varias piezas, admitiendo la posibilidad de que la cabeza superior de compresión de la sección cuente con la colaboración resistente de la bovedilla o molde, e incluso que las armaduras principales de flexión puedan estar formadas por perfiles metálicos, a los cuales quedan unidos los estribos que los enlazan con la cabeza comprimida.

En el año 1944 se presenta una nueva patente [ FIG. 14 ], en la que se reivindica la construcción de forjados con elementos de aligeramiento a base de tres tipos de piezas que permiten resolver los forjados de gran canto con aligeramiento muy apreciable. Asimismo se reivindica la posibilidad de configurar la sección resistente del forjado con la cabeza de compresión en la parte superior de la sección o en la inferior, para lo cual se puede invertir la colocación de las bovedillas, que son de diferentes tipologías.

La patente presentada en mayo de 1949 [ FIG. 15 ] incorpora nuevos avances en las

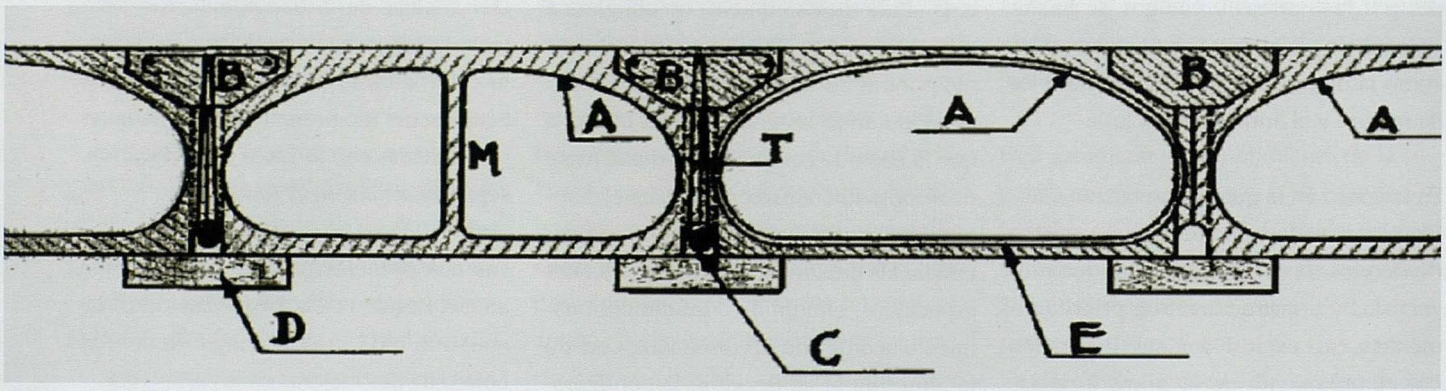



FIGURA 12. PATENTE PRESENTADA EL 8 DE ABRIL DE 1936



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

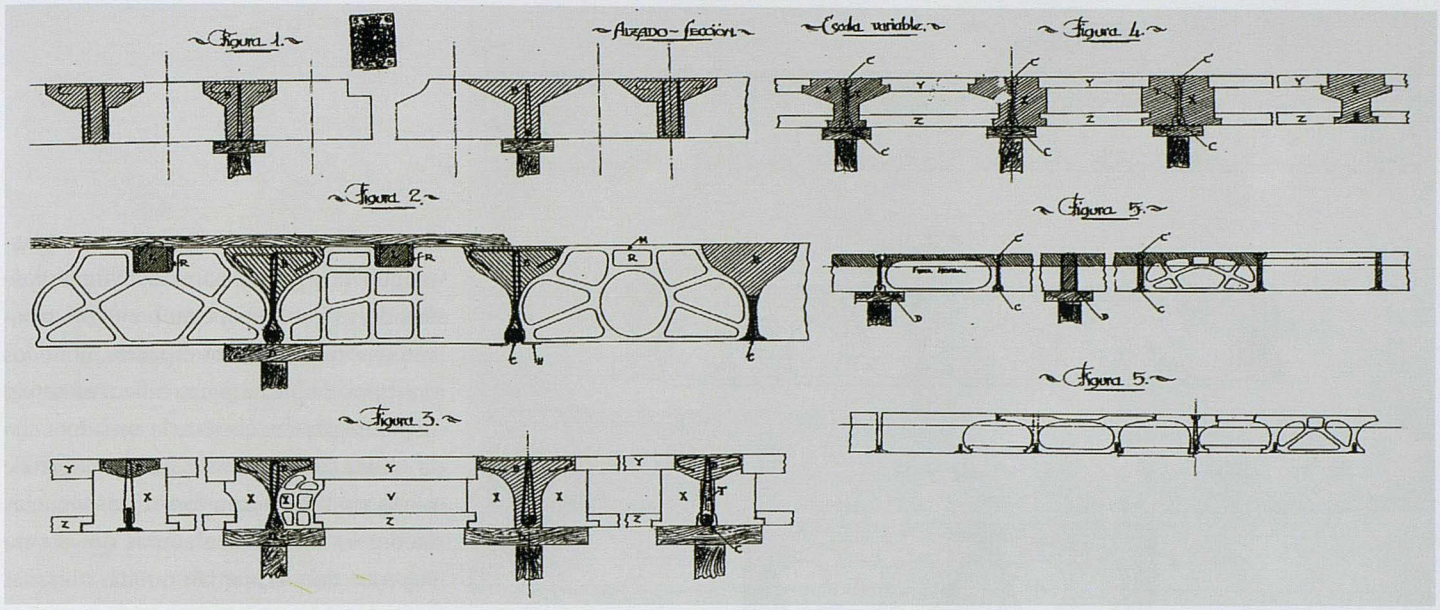



FIGURA 13. PATENTE PRESENTADA EL 3 DE OCTUBRE DE 1940

formas de las bovedillas, que permiten configurar nervios longitudinales, disponer armaduras transversales a los nervios, con una máxima economía en el empleo del hormigón y con configuraciones de los aligeramientos que posibilitan conseguir techos y suelos planos.

En enero de 1951 se presenta una nueva patente [ FIG. 16 ], en la que se reivindica la construcción de forjados con piezas de aligeramiento con formas tubulares y diferentes tipos de material, cerámica, hormigón, yeso, que se disponen adosados, y entre los que pueden colocarse las armaduras inferiores de flexión en alojamientos que quedan entre ellos para formar los nervios, sin precisarse la disposición de encofrado de cierre de la zona del nervio, ya que las piezas de aligeramiento disponen de unas "orejas" que cierran el nervio en su parte inferior. La superficie inferior del forjado estaría así constituida por el mismo material del molde o aligeramiento permanente para los forjados biapoyados. Reivindica asimismo la posibilidad de formar secciones en T invertida, para dar continuidad al forjado, aunque en estos casos el nervio sería visto en su cara inferior, aspecto que no hace notar la patente.

En diciembre del mismo año 1951, la patente que presenta [ FIG. 17 ] se refiere a un sistema de puntales y sopandas para la resolución ágil del proceso de cimbrado y descimbrado, definiendo la diferente tipología de piezas y accesorios para que el proceso sea viable y seguro.

En junio de 1952 presenta una nueva patente [ FIG. 18 ], en la que su reivindicación básica es la posibilidad de emplear mayores separaciones entre nervios utilizando piezas de aligeramiento de gran formato. Dado que el peso de los grandes aligeramientos supondría un serio condicionante

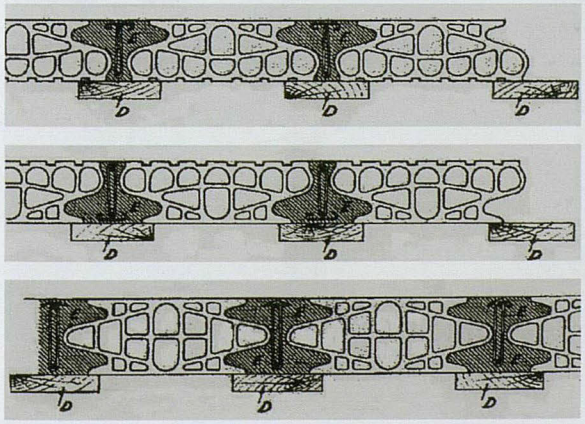


FIGURA 14. PATENTE PRESENTADA EL 30 DE MAYO DE 1944

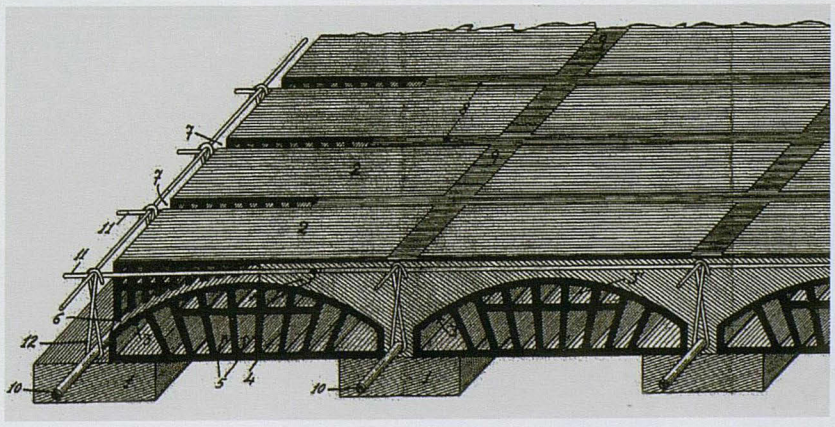


FIGURA 15. PATENTE PRESENTADA EL 18 DE MAYO DE 1949



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

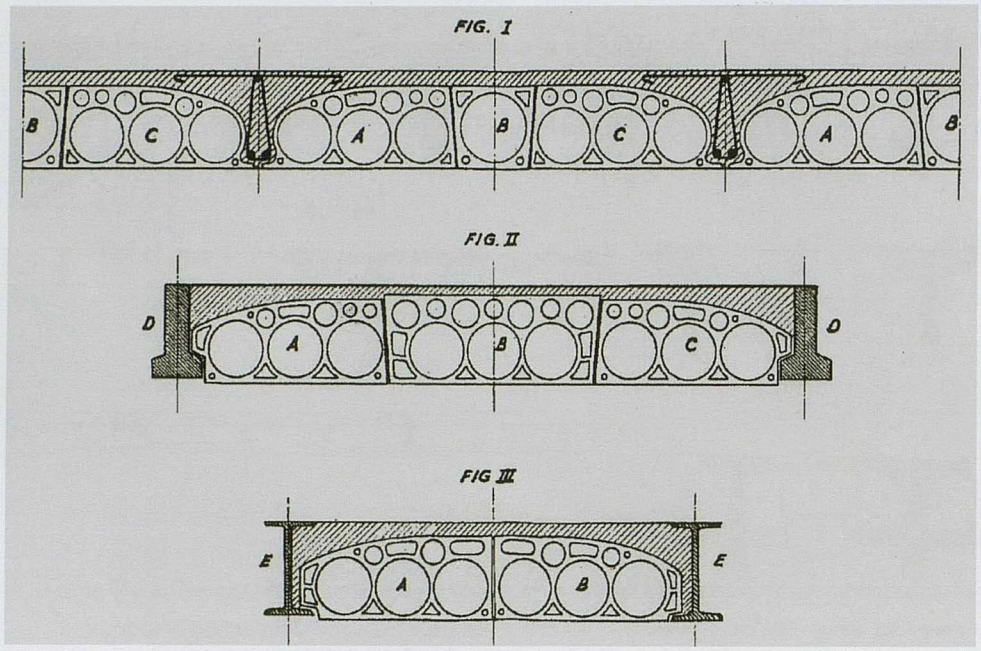



FIGURA 18. PATENTE PRESENTADA EL 11 DE JUNIO DE 1952

frente a su manipulación, estos se forman mediante la unión de dos o tres piezas.

Las patentes presentadas en julio de 1954 y enero de 1956 se refieren a procedimientos de construcción de bóvedas y superficies onduladas de hormigón armado, muy aligeradas, mediante el empleo de secciones transversales semejantes a los forjados, y que permiten resolver superficies con doble curvatura.

En diciembre de 1958 presenta dos patentes. En la primera, que se presenta el 11 de diciembre [ FIG. 19 ], incorpora dos tipos de pieza, una propiamente como bovedilla de aligeramiento y otra que, mediante su yuxtaposición en la dirección lineal del nervio, facilita la prefabricación de viguetas que incorporan la armadura inferior de flexión y permiten apoyar en ellas las bovedillas, dejando unos espacios, entre los dos tipos de pieza, para realizar el nervio de hormigón que conecte la armadura con la cabeza comprimida. La tipología de pieza empleada para formar las viguetas incorpora unas acanaladuras en su cara superior donde puedan quedar alojadas armaduras longitudinales, sin necesidad de disponer losa de compresión. En la segunda, presentada el 29 de diciembre, reivindica la utilización de viguetas de hormigón y prefabricadas, incluso pretensadas, las cuales están revestidas con materiales cerámicos, lo que justifica para una mejor adherencia entre la parte prefabricada y el hormigón vertido *in situ*.

La patente presentada en abril de 1961 [ FIG. 20 ] reivindica una tipología de vi-

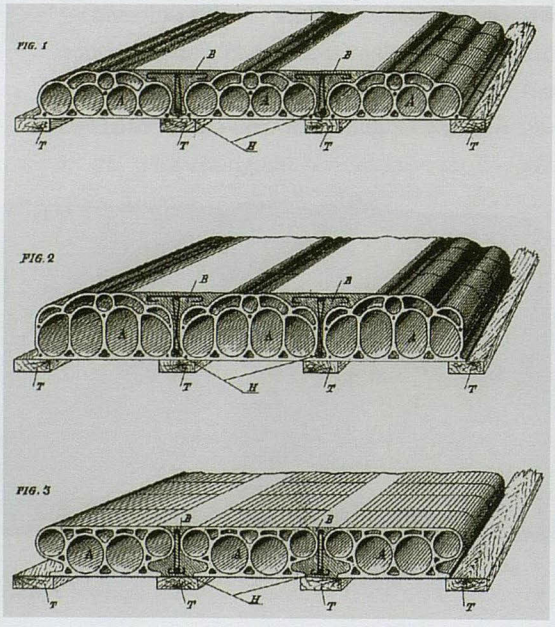



FIGURA 16. PATENTE PRESENTADA EL 18 DE ENERO DE 1951

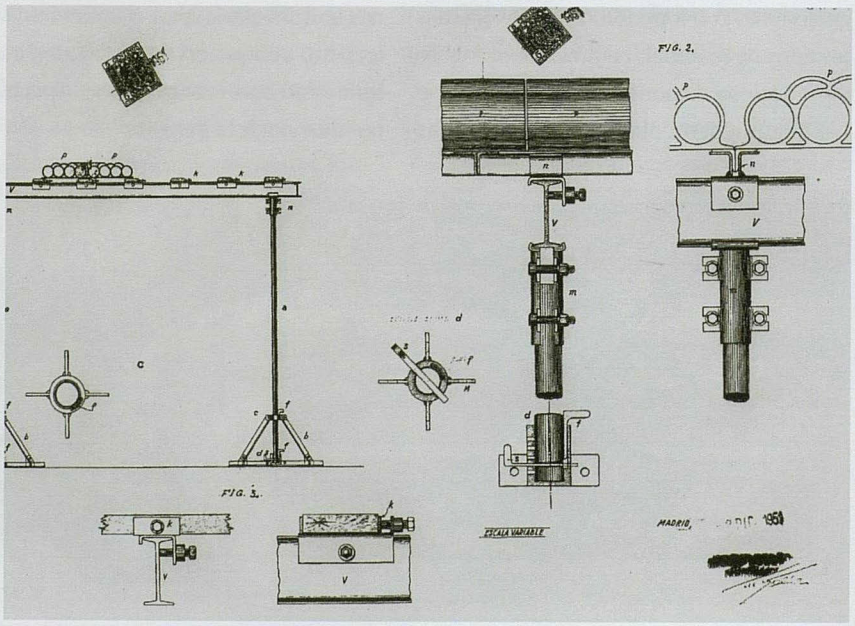



FIGURA 17. PATENTE PRESENTADA EN DICIEMBRE DE 1951



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

gueta prefabricada de hormigón, vertido sobre canales de cerámica, y que incorpora la armadura inferior de flexión y de cortante, esta última saliendo por la cara superior como armadura de conexión a rasante. Según se desprende de sus reivindicaciones, la capacidad portante de las viguetas podría permitir no disponer de cimbrado antes de tener completada la sección compuesta por el elemento prefabricado y el hormigón vertido *in situ*, y dar continuidad entre vanos.

La última patente de que tenemos conocimiento fue presentada en marzo de 1967. Reivindica en esta patente [ FIG. 21] una evolución de la anterior para la construcción de forjados armados o pretensados mediante viguetas, que se prefabrican a base de piezas cerámicas que se yuxtaponen linealmente y que disponen de alojamientos específicos para colocar armaduras longitudinales superiores e inferiores, activas o pasivas, e incluso armaduras transversales de cortante y de conexión a rasante. Con ellas se realizan forjados, con o sin continuidad entre vanos, mediante la formación de nervios mixtos, hormigón y cerámica, con sección en T tras el hormigonado *in situ* del nervio y de la cabeza de compresión. En estos forjados de dispone de losa superior en toda su superficie.

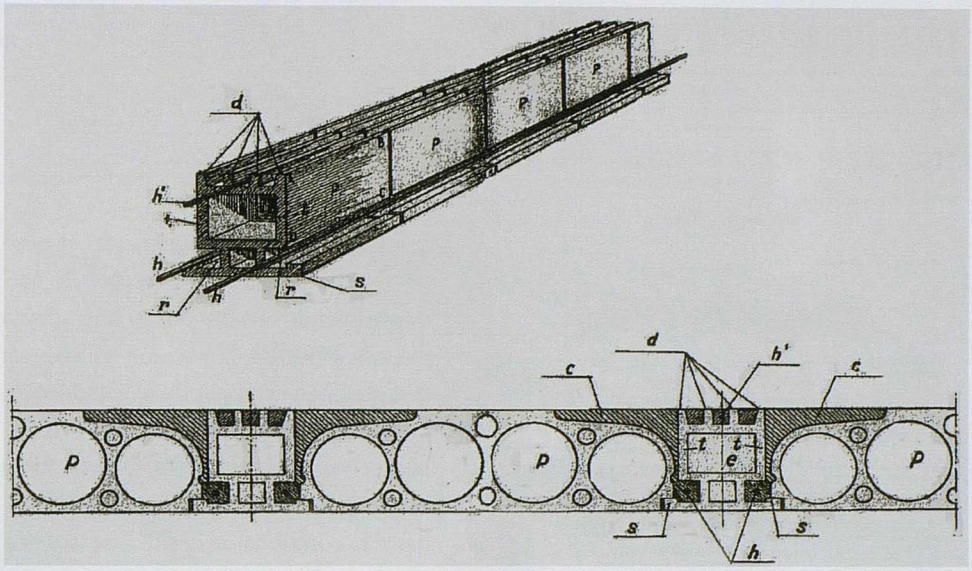



FIGURA 19. PATENTE PRESENTADA EN DICIEMBRE DE 1958

## EPÍLOGO

A modo de síntesis, los aspectos más relevantes que se incorporan en las patentes de forjado presentadas por Ildefonso Sánchez de Río, permiten realizar una valoración positiva de sus aportaciones. Consideramos de relevancia sus preocupaciones, que dimanan del análisis realizado sobre las mismas y que resumimos en los aspectos siguientes:

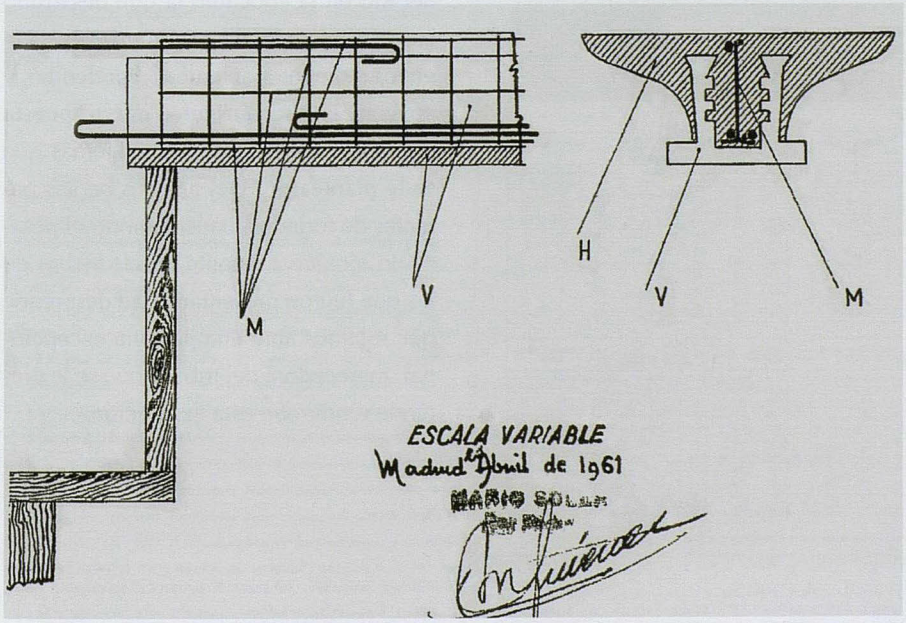



FIGURA 20. PATENTE PRESENTADA EN ABRIL DE 1961

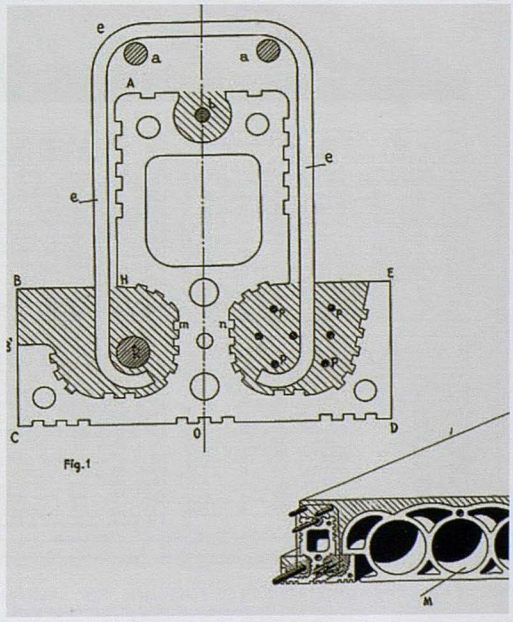



FIGURA 21. PATENTE PRESENTADA EL 21 DE MARZO DE 1967



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO




FIGURA 22. FORJADOS "RÍO - CERÁMICO" SIN VIGUETAS PREFABRICADAS

– La garantía de la conexión entre el hormigón vertido *in situ* y las partes prefabricadas, bien sean cerámicas o de hormigón. Su preocupación por la disposición de armaduras de conexión está presente en muchas de sus patentes y cuando no dispone armadura de conexión pretende mejorar la adhesión mediante los revestimientos cerámicos de las piezas prefabricadas.

– La economía, minimizando el peso del forjado y para ello el empleo de hormigón vertido *in situ*, por lo que adopta disposiciones de la sección transversal que permitan compatibilizar la reducción de hormigón con la necesidad de disponer techos y suelos planos, aunque, bien es verdad, sin que considere determinante la contribución positiva de las losas superiores de hormigón para el desarrollo de las funciones que deben encomendarse al forjado.

– La reducción de la unidad de encofrado, adoptando tipos de pieza de aligeramiento que permitan tanto la colocación de las armaduras como la contención del hormigón vertido *in situ* sin disponer obligadamente encofrados.

– La importancia que da al cimbrado, llegando a patentar un sistema que lo haga seguro y viable desde el punto de vista constructivo, con agilidad de colocación y retirada, así como garantizando una recuperación y reutilización sin grandes problemas de mantenimiento o reparación.

– La consideración de la capacidad resistente de las piezas de aligeramiento y su confianza en ellas para adoptarlas como piezas colaborantes en la formación de la sección transversal del forjado. Este punto es de importancia decisiva si se contemplan las soluciones de cerámica pretensada a las que alude la última patente comentada.

– La previsión del aspecto aceptable de los revestimientos de techo, aplicados directamente sobre la cara inferior de los forjados, disponiendo superficies homogéneas de cerámica o mortero como base sobre la que se aplicaría el revestimiento.

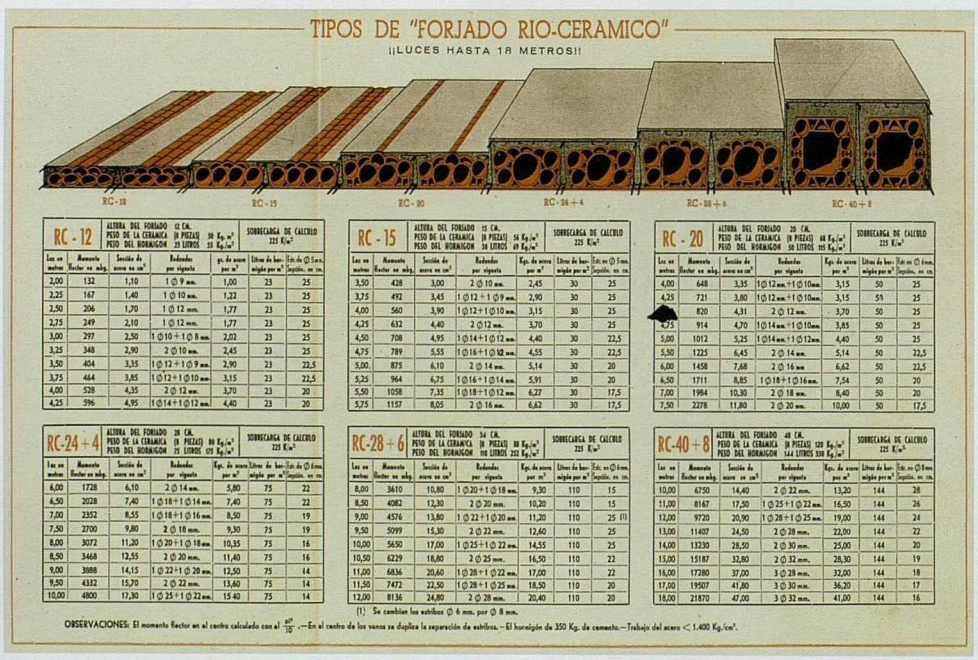



FIGURA 23. LOS ESPESORES DE LOS FORJADOS "RÍO - CERÁMICO" OSCILABAN DE LOS 12 HASTA LOS 40 CM

Todos los aspectos señalados, que estuvieron en la mente de Ildefonso Sánchez del Río en la época en la que desarrolló sus patentes, son de una gran relevancia en los momentos actuales. Él pretendió, y en gran parte consiguió, dar respuesta técnica y constructiva a los dilemas que se le plantearon. Del análisis de sus patentes de forjados, considerando el desarrollo técnico existente en las fechas en las que fueron presentadas, se desprende que estamos ante una persona excepcional, merecedora del tributo que se le pretende rendir con esta exposición.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

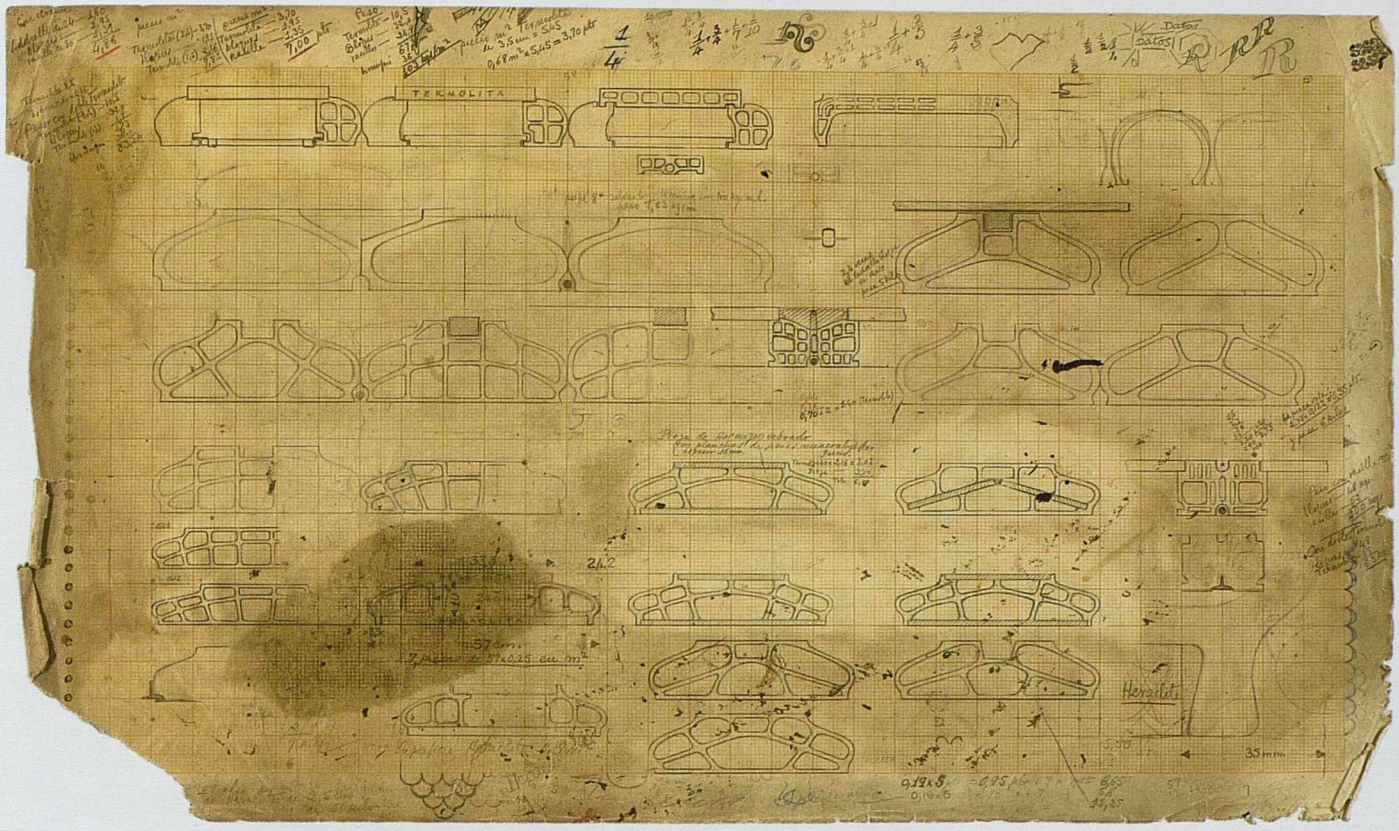



FIGURA 24. ESTUDIO DE TIPOS DE BOVEDILLAS

## BIBLIOGRAFÍA


CALAVERA, J., *Cálculo, construcción, patología y rehabilitación de forjados de edificación*, Intemac Ediciones, 5ª edición, Madrid, 2002.

C.P.H., *Instrucción de forjados EFHE*, Comisión Permanente del Hormigón, Ministerio de Fomento, 1988.

C.P.H., *Instrucción de hormigón estructural EHE-08*, Comisión Permanente del Hormigón, Ministerio de Fomento, 2009.

LOZANO, G., *Forjados y losas de piso*, Ediciones G.L.A., Gijón, 1977.

REGALADO, F., *Los forjados de los edificios: pasado, presente y futuro*, Ediciones CYPE Ingenieros, Alicante, 1991.

RODRÍGUEZ, L.F., *Estructuras varias: Forjados unidireccionales (EFHE)*. Ediciones Escuela de la Edificación, Madrid, 2005.

VICENTE NAVARRO, J., *La evolución de los forjados de edificación hacia unas técnicas más competitivas económicamente*. Tesina de especialización, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2009.


## ANEXO Nº 1. PATENTES DE FORJADOS DE SÁNCHEZ DEL RÍO

1 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso. *Nuevo procedimiento de construcción de pisos de hormigón armado.* Presentada por Mario Soler Jover en representación del autor. Registro de la Propiedad Industrial. Invención. 138249. 30-mayo-1935.

2 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso. *Un nuevo procedimiento para la construcción de pisos huecos de hormigón armado.* Presentada por Mario Soler Jover en representación del autor. Registro de la Propiedad Industrial. Invención. 140108. 07-noviembre-1935.

3 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso. *Mejoras en el objeto de la patente principal nº 140.* Presentada por Mario Soler Jover en representación del autor. Registro de la Propiedad Industrial. Certificado de adición a la patente de Invención nº 140.108. 141905. 8-abril-1936.

4 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso. *Memoria descriptiva del segundo certificado de adición solicitado a favor de D. Ildefonso Sánchez del Río Pisón, de Oviedo, por "mejoras" en el objeto de la patente principal nº 140.108.* Registro de la Propiedad Industrial. Certificado de adición a la patente de invención nº 140.108. 146444. 3-octubre-1940.

5 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso. *Procedimiento perfeccionado para la construcción de forjados nevados de hormigón armado, aplicable a toda clase de pisos y bóvedas.* 166304. 30-mayo-1944.

6 - CERÁMICA INDUSTRIAL DE SAN CLAUDIO, S.A. *Sistema para el forjado de pisos.* 188262. 18-mayo-1949.

7 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso. *Nuevo procedimiento perfeccionado para la construcción de forjados de hormigón armado.* 196177. 18-enero-1951.

8 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso. *Nuevo procedimiento de encofrado rápido para la construcción de forjados planos y curvos de hormigón armado.* 200749. 03-diciembre-1951.

9 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso. *Nuevo procedimiento para la fabricación de grandes piezas para la construcción de forjados de pisos y cubiertas.* 203956. 11-junio-1952.

10 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso. *Nuevo procedimiento de construcción de bóvedas de hormigón armado.* 216670. 23-julio-1954.

11 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso. *Nuevo procedimiento de construcción de superficies onduladas de hormigón armado.* 226097. 14-enero-1956.

12 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso. *Nuevo procedimiento de construcción de forjados de pisos.* Registro de la Propiedad Industrial. Invención. 245897. 11-diciembre-1958.

13 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso; MORENO ABECIA, José Mª; FERNÁNDEZ-OLIVA ÁLVAREZ, José Manuel; GASPAR TEVAR, Demetrio. *Nuevo sistema perfeccionado de construcción de forjados de pisos.* Registro de la Propiedad Industrial. Invención. 246268. 29-diciembre-1958.

14 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso; FERNÁNDEZ-OLIVA ÁLVAREZ, José Manuel; MORENO ABECIA, José María; GASPAR TEVAR, Demetrio. *Sistema perfeccionado de construcción de forjados de pisos.* 266782. 21-abril-1961.

15 - SÁNCHEZ DEL RÍO, Ildefonso. *Procedimiento perfeccionado para la construcción de forjados de hormigón normal y pretensado.* Invención. 338282. 21-marzo-1967.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



# LA PLAZA CUBIERTA DE POLA DE SIERO[1]

URBANO ARREGUI

El Grupo Cultural y Recreativo San Pelayo nos ha convocado hoy aquí, en esta Casa Municipal de la Cultura de Pola de Siero, para el acto de clausura del concurso "Así es Asturias" que dicho Grupo organiza; acto que, como acabamos de presenciar, incluye el encuentro final del concurso y la entrega de los correspondientes premios, por orden de merecimientos, a los equipos participantes en el mismo.

Así pues, permítanme que mis primeras palabras sean de sentida y cordial enhorabuena para el Grupo San Pelayo como organizador del concurso, que ha cumplido su decimoquinta edición, constituyéndose en uno de los más destacados acontecimientos de la vida cultural polesa; para sus distinguidos patrocinadores, significándoles la importancia de su mecenazgo; para el jurado, con mi admiración por la riqueza de su conocimiento de nuestra tierra y por su acierto en la selección y planteamiento de los temas sometidos a debate; para la gentil presentadora, que ha conducido el concurso con indudable autoridad, pero aun mayor simpatía; y, naturalmente, para los vencedores y todos los demás equipos participantes, de quienes no dudamos en elogiar sus saberes, su competitividad y su deportividad.

Como seguramente ya conocen, desde hace algunos años la organización viene eligiendo, para cada edición del concurso, un a modo de emblema (hasta ahora un motivo cultural de la Pola y su

VISTA PARCIAL DE LA PLAZA CUBIERTA DE POLA DE SIERO. FOTOGRAFÍA DE CARMEN FERNÁNDEZ CUESTA

[1] Conferencia pronunciada en Pola de Siero, el 14 de marzo de 2003, con asistencia del Presidente del Gobierno del Principado de Asturias y del Alcalde de Siero. Se acompañó de la proyección de 36 transparencias.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

entorno; el pasado año, recordarán, la ermita del Cristo de Santa Ana); emblema que pasa como a abanderar aquélla –la edición–, como a constituir referencia de la misma. Y el emblema en cuestión era objeto de una conferencia o charla –"ponencia", en expresión de la organización– a cargo de un experto en la materia; ponencia con la que se abría el concurso.

Para la edición de este curso 2002-2003 el emblema elegido ha sido el Mercado Cubierto de Abastos de Pola de Siero, comúnmente conocido entre nosotros como la Plaza Cubierta, esa singular construcción que nos recibe al entrar en la Pola o que incluso nos permite identificar la villa desde el aire, por delante del cercano y familiar macizo calizo de la Peña Careses, cuando sobrevolamos el centro de Asturias al entrar o salir de nuestro aeropuerto; añadiéndose, por otra parte, la novedad de dedicarle –quizá por las especiales circunstancias que en ella concurren– no una sino dos charlas desde otros tantos puntos de vista que, conocidas las directrices de la organización, yo he dado en titular "de letras" y "de ciencias", sin que, obviamente, ello signifique encasillamiento alguno.

La primera charla, la "de letras", fue encomendada a mi querido y admirado amigo Joaquín Vigil, hijo predilecto de Siero, quien es además jurado del concurso "Así es Asturias"; como no podía ser menos, ya que Joaquín está siempre a punto para colaborar en cualquier iniciativa o actividad polesa, sea cultural, sea artística, sea deportiva, sea humanitaria...

Joaquín Vigil, de larga y meritoria trayectoria periodística en la prensa regional y nacional, estimable poeta y emotivo rapsoda, dictó su lección –por cierto magistral, incluidas sus muy acertadas incursiones en cuestiones técnicas–, dictó su lección, decía, el 22 de noviembre de 2002, en el acto de apertura del concurso. Si acaso, sólo me cabe un reproche a su disertación, insisto que magistral: que al referirse a la polivalencia de la Plaza Cubierta en cuanto a otros usos diferentes de los que le son propios –ha sido sede de bailes "monstruo", de los que la Sociedad de Festejos sacaba financiación para el resto del año; de festivales folclóricos; de concursos diversos; y hasta de combates de boxeo– se haya olvidado de su fastuosa conversión en Teatro Lírico donde, en el Carmín de 1974, se representó con enorme éxito la zarzuela *El Gaitero de Gijón*, del maestro Romo, con mi prima Josefina, "Fefi", Arregui en el papel de Cova, protagonista de la misma.

Me he detenido en citar la charla de Joaquín Vigil –sobre la que, por otra parte, he de volver a lo largo de mi intervención– por cuanto que, como habrán adivinado, a mí se me ha encomendado la visión "de ciencias" de la Plaza Cubierta. Debo empezar por aclarar que, pese a mi titulación, yo no me veo como el técnico más adecuado para semejante tarea, ya que, como sin duda muchos de ustedes saben, mi actividad profesional ha discurrido por campos un tanto alejados del puro diseño y cálculo de estructuras. Pero, como poleso, no podía negarme a prestar mi modesta colaboración a los organizadores del concurso "Así es Asturias". Así pues, con mis disculpas, allá voy.

Quiero destacar, en primer lugar, que la elección de la Plaza Cubierta como emblema me parece un acierto rotundo. Porque la Plaza Cubierta es –por más que no lo apreciemos a fuerza de estar familiarizados con ella– una de las pertenencias más valiosas de la Pola y los polesos. O sí lo apreciamos: Joaquín Vigil, en su charla, la califica como "emblemática, y de la que nos sentimos todos muy orgullosos"; calificativo que, en su libro *Un paseo por la ciudad de Pola de Siero*, también emplea Lázaro Polledo –otro poleso de pro, con título de hijo adoptivo bien ganado– cuando señala que "es una obra emblemática para todos los polesos, quizá la más representativa después de la Iglesia de San Pedro".

La *Gran Enciclopedia Asturiana* de Silverio Cañada la destaca como "notable edificio" de Pola de Siero, adjudicándole el título de "primera obra en el mundo de hormigón armado sin columnas". Y la hemos visto citada –e incluso desarrollada– en publicaciones técnicas extranjeras, no pudiendo evitar un cierto remusguillo de emoción y orgullo ante un pie de foto como "le marché couvert de Pola de Siero, près d'Oviedo".

Pero, sin duda, la más importante referencia hacia la Plaza Cubierta ha sido la que ha tenido lugar en las conmemoraciones del segundo centenario –en 1999– de la creación del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado. Entre los actos desarrollados –conferencias, debates, homenajes, etc.– hubo una magna exposición plena de recuerdos –retratos, maquetas, fotografías, etc.– de los dos si-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



VISTA AÉREA DE POLA DE SIERO CON LA PLAZA CUBIERTA EN EL CENTRO

glos de existencia del Cuerpo. En ella –y en diversos paneles y cronológicamente ordenados– se reflejaban los, digamos, hitos en el importante quehacer del Cuerpo; relacionándolos a su vez con acontecimientos históricos y culturales de nuestro país. Y allí, en el panel dedicado al segundo cuarto del siglo XX, junto con acontecimientos históricos, como el golpe de Primo de Rivera, la proclamación de la Segunda República, la Guerra Civil, etc., o culturales, como la concesión del Premio Nobel de Literatura a Jacinto Benavente, figuró, en 1930, la "construcción del Mercado Cubierto de Pola de Siero por Ildefonso Sánchez del Río".

Para que se hagan una idea, los hitos de la historia del Cuerpo eran del tenor de la fundación en 1802 de la Escuela de Caminos y Canales, de agitado discurrir de cierres y aperturas en los años posteriores a la Guerra de la Independencia y el reinado absolutista de Fernando VII; o las inauguraciones de los ferrocarriles Barcelona-Mataró y Madrid-Aranjuez en 1848 y 1851 respectivamente; o la constitución de la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España en 1858; o la introducción del hormigón armado en España en 1890; o, en fin –y saltando en el tiempo–, la inauguración del AVE Madrid-Sevilla en 1992.

Naturalmente, la Plaza Cubierta merece la consideración de "trabajo profesional destacado" para su autor –proyectista y director de las obras– el ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Ildefonso Sánchez del Río Pisón, el cual así lo pone de manifiesto en una publicación de nuestro colegio profesional, y a quien, como corresponde por tal circunstancia de autoría, pasamos a referirnos seguidamente.

En su espléndida conferencia, Joaquín Vigil nos describe las deplorables condiciones en que se desarrollaba determinado comercio –de carnes, pescados, leche,..., es decir, productos frescos– en aquella Pola de los años anteriores a la construcción de la Plaza Cubierta: mercancías en cajones y expuestas a toda clase de contaminación, tenderetes de quita y pon al aire libre, etc., en lo que más bien parecía un "zoco africano"; y ello sin olvidar las igualmente deplorables condiciones de trabajo de los tenderos: a la intemperie –sometidos a las adversidades de la climatología–, obligados al montaje y desmontaje diario de los puestos, con los consiguientes traslados de las mercancías, etcétera.

Todo ello impulsó la construcción –al igual que en otras villas y ciudades, en algún caso adelantadas sobre nosotros– de un mercado cerrado y cubierto: nuestra Plaza Cubierta. El Ayuntamiento de Siero adopta la decisión en firme en el



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



VISTA EXTERIOR DE LA PLAZA CUBIERTA: FACHADA PRINCIPAL, HIPOTENUSA, CALLE ALCALDE PARRONDO

año 1928 con el concurso para la adquisición de los terrenos necesarios, cifrados en unos 5.000 m² –concurso que se anuncia en el Boletín de la Provincia del 31 de octubre y se resuelve en el Pleno del 13 de diciembre con la aceptación de los ofertados por el Marqués de Santa Cruz–, y con el encargo del proyecto al ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Ildefonso Sánchez del Río Pisón.

Sánchez del Río era por entonces un ingeniero joven pero ya acreditado. Había nacido en Haro (La Rioja) el 1 de mayo de 1898 y era el mayor de ocho hermanos, hijos de un juez asturiano que ejerció, sucesivamente, en dicha ciudad de Haro y en Santo Domingo de la Calzada. Cursó la enseñanza media en Madrid, en la Institución Libre de Enseñanza y en el Instituto Cardenal Cisneros, siguiendo estudios superiores en la Escuela de Caminos (también de Madrid, entonces y por muchos años única en España), terminando la carrera en 1922.

Sánchez del Río fue miembro destacado de una generación excepcional de Ingenieros de Caminos –los graduados en la década de los años veinte del pasado siglo–, algunos de los cuales aun me cupo la suerte de conocer y tener como profesores más adelante, en mis estudios en la misma Escuela. Generación a la que José Ortega Spottorno denominó "los ingenieros del 27", al escribir tiempo después, en la necrológica de uno de ellos: "Junto a la excepcional generación poética del 27, muy bien puede hablarse de una generación del 27 de estos notables ingenieros....". Y generación que gozó también de extraordinarios profesores como Vicente Machimbarrena, Bernardo Granda, Juan Manuel de Zafra, José Eugenio Ribera, etc.; figuras, en fin, que forman parte de la leyenda del Cuerpo de Ingenieros de Caminos.

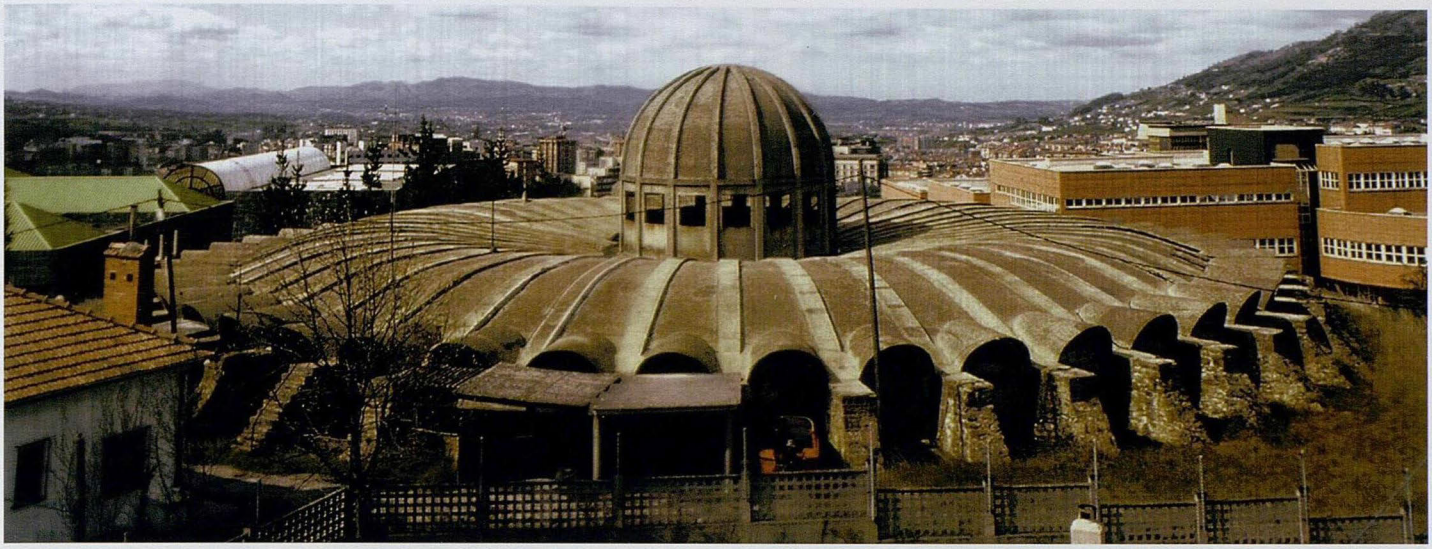
A Sánchez del Río puede situársele en la estela de este último, José Eugenio Ribera, uno de los pioneros del hormigón armado en España y, con los años, quizá el máximo y más avanzado especialista español de su tiempo en el diseño y en la construcción con dicho material, el cual se había impuesto en la mayor parte de las obras públicas, incluso sin haber perdido su condición de material puntero (a propósito de esto recordaremos que el hormigón pretensado no daría sus primeros pasos serios hasta 1928-1933, de la mano del insigne ingeniero francés Eugène Freyssinet).

Entre Ildefonso Sánchez del Río, discípulo, y José Eugenio Ribera, maestro, se dieron diversas y curiosas coincidencias; y hasta puede que éste ejerciera una muy favorable influencia sobre aquél al seguir con especial atención sus primeros pasos profesionales, elogiando sus realizaciones, animándole a publicar sus trabajos y, siempre, estimulando su creatividad. Existe numerosa constancia escrita sobre el particular, que revela la admiración y el afecto que mutuamente se dispensaban, dentro de la entrañable relación maestro-discípulo. Precisamente de tal documentación quiero traer aquí la carta en la que, a propósito de la Plaza Cubierta, Ribera le dice a Sánchez del Río: "Respecto a sus cubiertas de los mercados de Siero, son originalísimas como todo lo que Vd. hace, por lo que si a mí me llaman el Sejourné español [en alusión a otro eminente ingeniero francés, contemporáneo suyo], a Vd. le van a llamar, merecidamente, el Freyssinet español". ¡No está mal el elogio!

Habíamos quedado en que, cuando el Ayuntamiento de Siero le encarga el proyecto de la Plaza Cubierta, Sánchez del Río era un ingeniero joven –30 años– pero ya acreditado. Su primer destino al termi-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

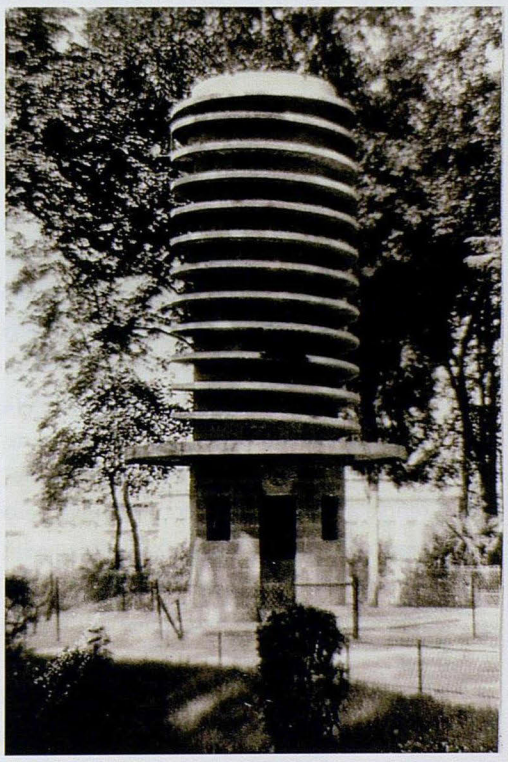


VISTA EXTERIOR DEL CUARTO DEPÓSITO DE AGUA DE OVIEDO

nar la carrera en 1922, con 24 años, había sido el puerto de San Esteban de Pravia, donde permanecería hasta 1925. En 1923 –y no en 1924, como generalmente se cree– se incorpora al Ayuntamiento de Oviedo, se supone que compatibilizando durante año y pico ambos puestos de trabajo. Y es en y desde este Ayuntamiento donde desarrolla el, posiblemente, periodo más creativo de su vida.

Como persona, Sánchez del Río es un tipo campechano, extrovertido, cordial, vitalista, elegante..., valores todos que se acentúan con los años; hasta el punto de que un compañero más joven –colaborador suyo en otra posterior y también significada realización– nos resaltaba hace días su afabilidad, su exquisita corrección en el trato, su contagiosa jovialidad, sus profundos conocimientos en las materias más variopintas... añadiéndonos que, al recordarlo, invariablemente le venía a la memoria aquella estrofa de una conocida canción: "Caballero de fina estampa, que se pone para cenar jazmines en el ojal"... Sánchez del Río se incorpora prontamente al ambiente, a la idiosincrasia, a la convivencia asturiana, convirtiéndose en un perfecto carbayón. Baste decir que su tertulia habitual de entonces residía en una popular sidrería ovetense, "El Ferreru", en la céntrica calle Palacio Valdés de la capital; sidrería hace tiempo desaparecida, pero que yo aún llegué a conocer de chaval.

Y su acreditación como técnico tempranamente destacado la avalaban realizaciones tan singulares –mayoritariamente en Oviedo y, por supuesto, anteriores a la Plaza Cubierta– como el gracioso palomar del parque Campo de San Francisco, conocido popularmente como "El Tornillo", igualmente desaparecido; o el famoso "Paraguas" para el mercado de la leche, que da nombre a la castiza plaza donde todavía sigue, siendo una estructura que repetiría en varios lavaderos rurales, de los que sólo se conserva el de La Corredoria; o el tercer depósito de agua, de 15.000 $m^3$ de capacidad, adosado al segundo, construido en 1904 precisamente por Ribera, y ambos asimismo desaparecidos (ocupando su lugar un aparcamiento subterráneo con una amplia zona ajardinada en superficie –El Mirador del Aramo–, aledaña a la carretera del Cristo de las Cadenas); o, sobre todo, el cuarto depósito de Agua –siempre de Oviedo–, de 10.000 $m^3$ de capacidad, próximo a la capilla del Cristo de las Cadenas en la zona alta de la ciudad, sin duda el más popular y conocido, y que daría singular renombre a Sánchez del Río. Y ello sin contar el importantísimo proyecto de la autopista "Príncipe de Asturias", entre Oviedo y Gijón; auténtico acontecimiento para la época, planeada como de peaje y con financiación privada, y lamentablemente frustrada al no conseguirse ésta.



VISTA EXTERIOR DE "EL TORNILLO"



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



VISTA EXTERIOR DE LA PLAZA CUBIERTA: ANDÉN O PASEO EXTERIOR BAJO VOLADIZO, ZONA DE LA FACHADA PRINCIPAL

Sánchez del Río es, pues, un proyectista brillante y sólido; sobrio ("como soy hombre sencillo, que huyo de toda complicación...", nos dice en una de sus publicaciones); enormemente intuitivo e imaginativo (siempre "a la búsqueda y captura de las formas, porque de ellas depende que el cálculo sea asequible a los conocimientos matemáticos del proyectista", nos sigue diciendo; para añadir, en otra ocasión: "porque, de otro modo, me vería en el terrible trance de pedir prestadas a mi querido y admirado amigo Eduardo Torroja una de sus prodigiosas baterías de ecuaciones diferenciales", en bien traída referencia a este otro eminentísimo ingeniero español del siglo XX, también de aquella generación del 27 e igualmente inolvidable profesor de la Escuela de Caminos)...

Y es, a la vez, innovador ("el ingeniero... debe procurar abandonar las tendencias conservadoras" –argumenta–) y atrevido (aunque aclara que "la palabra 'atrevida', refiriéndose a una obra de ingeniería, no puede, bajo ningún concepto, arrastrar consigo la significación de peligro"); así como profundamente funcionalista y economicista (en lo que sigue a su maestro Ribera: "nuestra profesión no es un sacerdocio científico, sino una gerencia culta y razonada de las obras públicas"); y dispone, en fin, de un claro sentido de la estética y la belleza, pudiendo aplicársele aquella reflexión que, en una reciente publicación de nuestro colegio profesional, otro compañero atribuye al citado Eduardo Torroja: "la belleza de las construcciones se basa en la autenticidad, en la racionalidad de la estructura, la elegante sencillez y la razonada justificación funcional".

En conferencia dictada en 1935 en el entonces recién creado, por el propio Eduardo Torroja, Instituto de la Construcción y del Cemento –conferencia recogida en un opúsculo que descubrí en la biblioteca de la Escuela de Caminos en mi época de estudiante, que recuperé años después, y a la que también hizo mención Joaquín Vigil–, Sánchez del Río explica, con gran sencillez y claridad, el proceso creador de la Plaza Cubierta. Habida cuenta que estamos en la "visión de ciencias" de la misma, vale la pena darle un breve vistazo, seguir el proceso creativo, aun a riesgo de pisar terreno quizá árido y un tanto aburrido para algunos de ustedes.

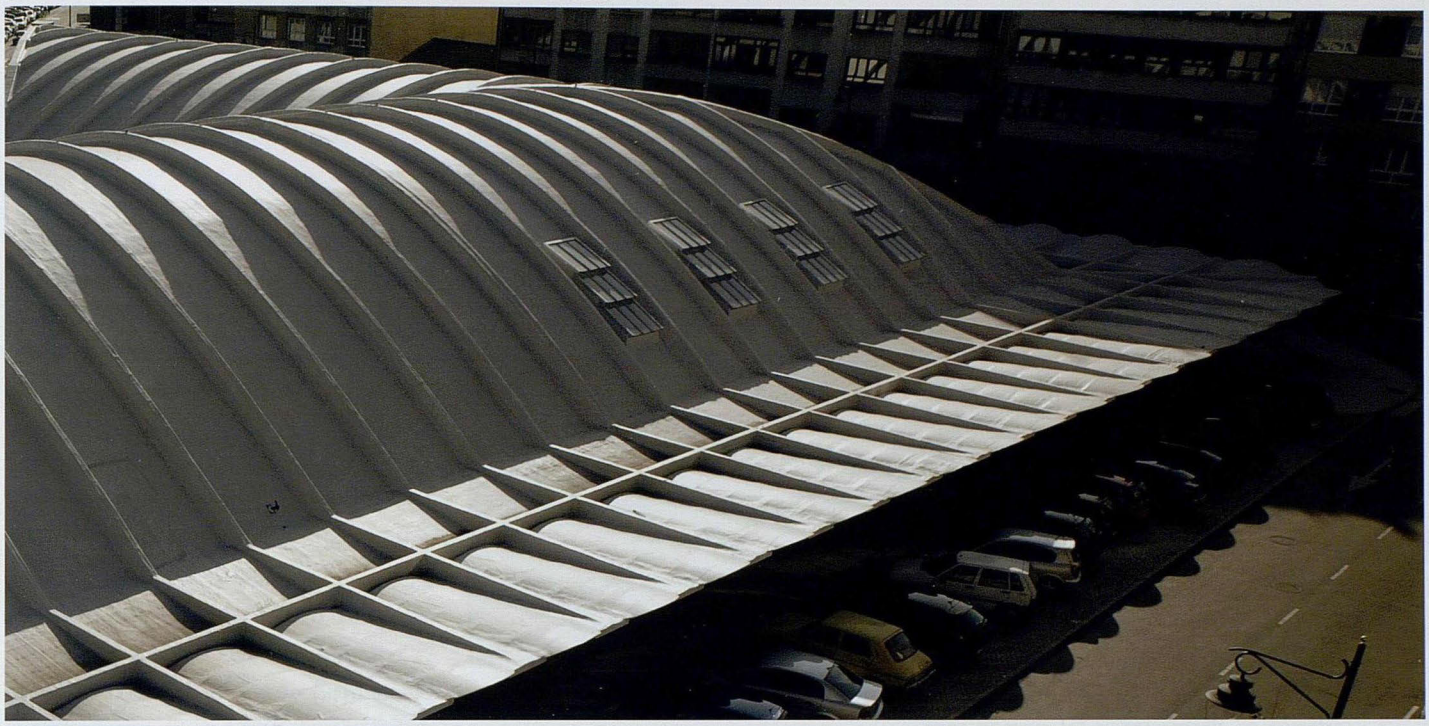
Cuando el Ayuntamiento de Siero encomienda en 1928 el proyecto de la Plaza Cubierta a Sánchez del Río, éste se encuentra con tres condicionantes, digamos básicas o de partida: su emplazamiento en un terreno de forma triangular –realmente "no corriente y poco constructiva"– y superficie de unos 4.000 $m^2$; la necesidad de sacarle el máximo partido, pues "el futuro edificio debería ser de capacidad elevada, habida cuenta de las características de un mercado que, por la gran afluencia de artículos, está considerado como uno de los principales de Asturias"; y el presupuesto, "un tope de coste limitado, y más que limitado, exiguo"; en expresiones del propio Sánchez del Río.

Empieza por estudiar las necesidades del mercado para definir la zona interior cerrada y totalmente cubierta, lo que conjuga con la conveniencia de crear unos espacios de contorno asimismo cubiertos, que, rodeando el edificio, se prestasen para el fácil acomodo de toda clase de puestos y pudieran servir de paseo al vecindario de la villa durante todos los días de la semana, con excepción del de mercado. Fijado el ancho de estos espacios en 7 m, el interior quedaba precisado y definido por un triángulo rectángulo isósceles cuya hipotenusa –la fachada principal– tenía 100 m y los catetos –fachadas laterales– 70 m. Notable acierto éste de los andenes exteriores, tan utilizados desde entonces por los practicantes del paseo como ejercicio, como también nos recordó Joaquín Vigil, a razón de un kilómetro cada cuatro vueltas.

Seguidamente concibe la idea, "harto halagadora", dice, "de construir una gran nave que, libre de apoyos (verdaderos obstáculos tradicionales), cubriese esa gran superficie, poco apropiada para tamaño intento", insiste, "y resolviese elegantemente el problema".



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



VISTA EXTERIOR DE LA BÓVEDA DE LA PLAZA CUBIERTA DESDE UN PLANO SUPERIOR. FOTOGRAFÍA DE CARMEN FERNÁNDEZ CUESTA

Analiza, en primer lugar, el empleo de grandes pórticos rectos, de los que tantea dos soluciones, que termina desechando "por considerarlas poco económicas, a pesar de ofrecer soluciones sencillas no exentas de cierta atracción", explica. La ausencia de detalles constructivos nos deja en la duda sobre esto último –soluciones "no exentas de atracción"–, pero en absoluto sobre lo primero, es decir, sobre las razones económicas.

Desechada la disposición en pórticos, Sánchez de Río dirige sus tanteos hacia una solución en bóveda, llegando rápidamente a la conclusión de que, para cubrir una planta triangular sólo cabe la de dos superficies cilíndricas simétricas, engendradas por generatrices paralelas a los catetos, con una curva de intersección proyectada en la altura sobre la hipotenusa, y cortadas y limitadas por el plano vertical de la fachada de esta hipotenusa; es decir, formando un gran "rincón de claustro" seccionado por el plano de la fachada principal. Y es en la resolución de la estabilidad o el equilibrio de este singular "rincón de claustro" donde se nos revela la gran maestría de Sánchez del Río, al que seguimos embelesados en su tarea de encauzar, de manera asombrosa, los esfuerzos que se originan en las distintas partes de la construcción.

En esta solución Sánchez del Río se inclina abiertamente por el hormigón armado como material estructural. Resulta, evidentemente, el material idóneo para cubiertas, ya que es el único que permite alcanzar, por sí mismo, la impermeabilidad necesaria sin posteriores añadidos de sobrecubiertas (salvo, naturalmente, los necesarios tratamientos de las superficies del hormigón para evitar la penetración de agua por las posibles fisuras, tan corrientes en tales superficies). Y con el hormigón armado –y en tipología arco– ya se conseguían en aquella época luces considerables (más concretamente, Freyssinet estaba a punto de alcanzar los 172,60 metros en un puente cerca de Brest, en Bretaña).

Establecido lo anterior –esto es, el empleo de hormigón armado– organiza las dos bóvedas simétricas mediante una serie de arcos o nervios resistentes de los que va colgado el forjado; consiguiéndose, por tanto, una superficie interior lisa, lo que facilita el encofrado. Son los nervios que, como ustedes conocen, nacen en las fachadas laterales, muriendo parte de ellos en el arco central que crean las dos bóvedas en su intersección, y otros en los arcos de la fachada principal que se forman al cortar las bóvedas por el plano vertical de esta fachada.

Pero, para las acciones de cálculo, estos nervios producen empujes horizontales, tendiendo unos a deformar el arco central de intersección de las dos bóvedas y tendiendo otros a volcar el plano de la fachada principal. Son empujes que es preciso contrarrestar, y la forma más ele-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

mental y económica de hacerlo es atirantando los arcos a la manera clásica, esto es, mediante tirantes de punta a punta de los mismos. Sánchez del Río insinúa esta solución y la descarta de inmediato porque "resultaría de un aspecto estético que desde un principio no estábamos dispuestos a admitir", en palabras suyas. Ciertamente: ¿se imaginan ustedes el interior de la Plaza Cubierta cruzado por tirantes de distintas longitudes e inclinaciones?

En este punto, el relato que intento trasladarles se dramatiza y tal parece que Sánchez del Río va a arrojar la toalla. Pero a continuación surge el personaje optimista e imaginativo que nos dice: "Indudablemente, todo el mundo tiene que confiar algo en su buena estrella, que en este caso apareció merced a un feliz ardid con visos de malabarismo. Porque bastante de malabarismo existe en la resolución del equilibrio de la cubierta del mercado de Pola de Siero...".

Yo, más que malabarista, le llamaría domador –que es también figura circense–, pero domador de fuerzas. En efecto; conocedor de éstas –es decir, de los esfuerzos que se originan por aquellas acciones de cálculo: peso propio, viento, etc.– las gobierna con autoridad, las descompone acertadamente, y acaba remitiendo sabiamente las componentes hacia los oportunos elementos estructurales, donde son convenientemente recibidas y absorbidas.

Habíamos quedado en que los empujes de unos nervios –y sus simétricos– se concentraban en el arco de intersección de las dos bóvedas; en tanto que los de los otros tendían a volcar la fachada principal. Concentrados aquellos, insisto, en dicho arco de intersección, Sánchez del Río descompone los empujes de los segundos de forma tal que acaba remitiendo una familia de componentes a cimientos a través de los propios arcos de fachada –concretamente al punto central de la fachada principal, que es el apoyo sobre el que descansa el mercado–, refiriendo las otras componentes también al mismo arco central de intersección de las bóvedas, mediante tirantes embebidos en el forjado.

Pero se encuentra entonces con que un arco resistente, coincidente con el de intersección de las dos bóvedas, resulta desaconsejable, pues obligaría a secciones elevadas tanto de hormigón como de acero. Y es aquí donde, como él dice: "con toda la fuerza de la razón y reclamando su puesto indiscutible, se presentó el arco funicular...". Sánchez del Río diseña un arco funicular muy singular –por la anarquía de los esfuerzos a resistir, todos desiguales en intensidad y dirección– desde el vértice de las fachadas laterales hasta el punto medio de la fachada principal; arco que –reforzando en su primera parte el de la propia intersección– en un segundo paso reduce al que se ve en el interior de la Plaza Cubierta, y al que transmite los esfuerzos mediante una serie de llamativas tornapuntas también vistas.

La flecha de las bóvedas es de diez metros, por lo que resulta un rebajamiento del arco central de 1/5, poco peraltado y, por ello, de mejores condiciones ante la acción del viento. Merecen consignarse, también, otros detalles constructivos como la interrupción del forjado de cubierta a tres metros de altura sobre el nivel del piso, sustituyéndolo por un techo sensiblemente horizontal y creando, entre cada dos arcos consecutivos, unos "espacios excelentes para puestos de venta", con evidente mejor aprovechamiento del local (por más que tal función quedara anulada con la remodelación de la Plaza Cubierta de 1988). Es el techo que, después, se prolonga sobre los andenes o paseos exteriores, cubiertos por voladizos de seis metros conseguidos mediante nervios en T invertida como apoyo de bóvedas delgadas de fibrocemento.

Otro detalle constructivo lo constituyen los amplios lucernarios de la cubierta y de la fachada principal para la máxima utilización de la luz natural. Por contra, Sánchez del Río lamenta no haber podido realizar la necesaria impermeabilización de la cubierta por limitaciones presupuestarias; impermeabilización que se llevaría a cabo varios años después –1935– en contrato aparte, y se repetiría, creo, otras dos veces, en la década de los setenta y noventa del pasado siglo.

El opúsculo finaliza relatando el ingenioso sistema arbitrado para el encofrado y cimbrado de la cubierta –punto fundamental para la economía de la construcción– y con la inevitable referencia al coste de la obra, el cual –incluidos puestos de mármol, pavimento, alcantarillado, servicios sanitarios, etc.– ascendió a 335.000 pesetas (exactamente 338.346,52 pesetas, según la liquidación suscrita en diciembre de 1931 por el propio Sánchez del Río), lo que constituye, para el autor, el mayor éxito del mercado de Pola de Siero (a propósito



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de esto nos cuenta Celestino Quirós que en 1970, durante su mandato como alcalde, Sánchez del Río visitó la Plaza Cubierta, quedando asombrado al comentarle las recaudaciones que se producían en la misma por los bailes que entonces allí se celebraban; recaudaciones que superaban las 400.000 pesetas por baile, es decir, más que el coste de la obra... salvadas, lógicamente, las diferencias de tiempo).

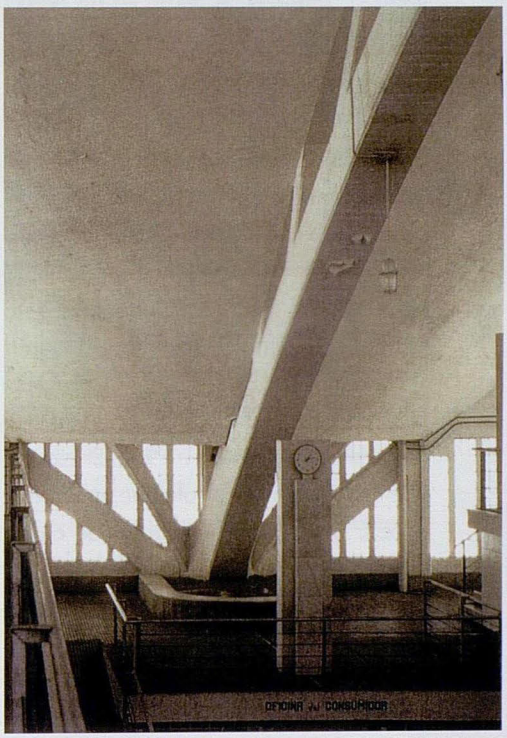
¿Fue realmente un éxito económico el coste de la obra? Carentes del proyecto de la misma –con sus mediciones y precios– del que parece no existir ningún ejemplar, hemos intentado actualizar el coste por dos vías: a través del valor adquisitivo de la peseta y mediante el sistema de las revisiones de precios, tal como se efectúan éstas en las Administraciones Públicas. La primera vía se resolvió con facilidad por la abundancia de información sobre el particular; resultando más complicada la segunda por la propia carencia del proyecto de la Plaza Cubierta, y porque la estructura de los precios de entonces, que pudimos conocer por otros proyectos y liquidaciones de la época, era muy distinta de la que ahora se estila. Adoptado el mayor de los coeficientes multiplicadores conseguido –525– el coste actual de la Plaza Cubierta quedó estimado en unos 177 millones de pesetas, lo que para la superficie interior, cerrada y cubierta, de unos 2.500 metros cuadrados, da un coste unitario de unas 70.800 pesetas por metro cuadrado, francamente atractivo para el tipo de construcción de que se trata. En el aspecto económico, la Plaza Cubierta fue igualmente, sin ningún género de dudas, un éxito.



VISTA INTERIOR DE LA PLAZA CUBIERTA: ARCO DE INTERSECCIÓN DE LAS BÓVEDAS, ARCO FUNICULAR Y TORNAPUNTAS ENTRE AMBOS

La construcción de la Plaza Cubierta fue enormemente conflictiva, como ya nos adelantó Joaquín Vigil en su disertación del 22 de noviembre. Se inicia, según dijimos, con la convocatoria del concurso para la adquisición de los terrenos necesarios; e inmediatamente se registra la primera protesta: por algunos concejales, pidiendo la reposición del acuerdo por defectos de forma, y por algunos industriales polesos, quienes alegan "los serios perjuicios que para el comercio de esta Villa se irrogarían con el emplazamiento previsto para el mercado cubierto". Ambas comparecencias –junto con otra tercera, ésta apoyando la iniciativa– se ven prontamente y en forma desestimatoria.

Redactado el proyecto, la subasta de las obras se anuncia en el Boletín Oficial de la Provincia del 28 de mayo de 1929 y en la Gaceta de Madrid (el hoy Boletín Oficial del Estado) del día siguiente; siendo el precio de salida de 366.609,92 pesetas. Las obras se adjudican el 2 de julio de 1929 a Bernabé Morales Almendro, quien presentó la proposición más económica. No hemos



VISTA INTERIOR DE LA PLAZA CUBIERTA: PUNTO CENTRAL DE LA FACHADA PRINCIPAL, DE APOYO/CONVERGENCIA DE ARCOS



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

podido conocer el importe de esta proposición ni de las ampliaciones de obra que se produjeron –existe constancia de que las hubo– durante la construcción, pero el resultado fue muy satisfactorio ya que, como anticipamos, la liquidación arrojó el importe de 338.346,52 pesetas, todavía inferior al de salida. Y tampoco hemos podido conocer otros datos de interés como son las fechas de firma del contrato, del replanteo y de comienzo de los trabajos, así como el plazo para la realización de éstos. No obstante, a la vista de la fecha de adjudicación y de las prórrogas habidas, pudiera estimarse que las obras comenzaron hacia agosto-septiembre de 1929, teniendo probablemente un plazo inicial de 15 meses.

Con la caída de la dictadura de Primo de Rivera en enero de 1930 –y consiguientes cambios en los órganos de gobierno municipales– se reproduce la ofensiva vecinal contra la Plaza Cubierta mediante escrito, que también mencionó Joaquín Vigil, refrendado por más de cuatrocientas firmas –al decir de Lázaro Polledo– y fechado el 9 de mayo de 1930. El escrito, que empieza en tono solemne, muy de la época: "Al cesar la Dictadura se cuidó este Gobierno de reintegrar a sus puestos a los Concejales que en el año 1923 ostentaron el mandamiento directo del pueblo, realizando con ello un acto de justicia reparadora..."; el escrito, decíamos, nos permite descubrir que, en paralelo, se llevaba un litigio –un recurso– ante la justicia ordinaria; por lo que se solicitaba la suspensión de los trabajos en tanto no se resolviera tal litigio, amenazando al tiempo con la consabida exigencia de responsabilidades.

La petición también se desestima y aquí parece cesar la presión popular; siguiéndose, naturalmente, los procesos judiciales. Las obras continúan, pues, sin más incidencias que los retrasos que se deducen de las sucesivas peticiones de prórrogas por parte del contratista, vistas por los órganos de gobierno municipales en los que, en algún momento, se plantea la imposición de sanciones. El contratista se defiende apoyándose en las ampliaciones de obra habidas así como en la imposibilidad de terminarla por la existencia en una esquina de la misma, vértice de las fachadas laterales, de un edificio que lo impide. Joaquín Vigil también nos lo recordó: era un edificio de dos plantas y un patio que ocupaba la esquina donde hoy están situados un pequeño quiosco y una cabina de teléfonos; edificio que no sería adquirido por el Ayuntamiento y demolido –permitiendo el total acabado de la Plaza Cubierta– hasta la década de los setenta del pasado siglo, siendo alcaldes Celestino Quirós y Julio Fernández Noval.

Resulta curioso que, hasta entonces, dicho edificio no aparece para nada, siendo tan significativa la servidumbre que suponía para las obras y que sin duda ya venía de la adquisición de los terrenos. No lo menciona la oposición vecinal a las obras, ni tampoco Sánchez del Río, incluso en escritos posteriores. Presumiblemente, éste encajó la parte estructural principal de las obras al límite de lo que permitía el edificio en cuestión, dejando pendiente –con las esperas preparadas– la mínima zona de aleros sobre el andén exterior afectada, la cual tardaría cuarenta años en ejecutarse.

Sin embargo, la mención por el contratista –en sus alegaciones para justificar retrasos y defenderse de posibles sanciones– desencadena otra tormenta en el seno de la Corporación Municipal; penúltimo acto de la, por cuestiones colaterales o secundarias, conflictiva andadura inicial de la Plaza Cubierta. Es, además, como si el repetido edificio hubiera aparecido repentinamente; y es así como se abre información para averiguar las razones que hubo "para emplazarla en el sitio que se hizo"; y se insiste en depurar responsabilidades; y se crea una comisión que llamará a declarar a cuantos intervinieron en el asunto.

Del final de todo este "penúltimo acto" yo no he podido encontrar información, por más que el asunto me resultara curioso, como antes decía; tanto sobre este último particular, como por el hecho de que la Plaza Cubierta se construyera con semejante servidumbre sin que, aparentemente, ni siquiera se intentara eliminarla. Rendido, brindo el tema a los entusiastas historiadores locales, buenos amigos todos y verdaderos artistas en éstas y similares cuestiones.

En escrito de 7 de julio de 1931 el contratista plantea formalmente que las obras están terminadas y en condiciones de ser recibidas, por lo que la duración de su ejecución pudo haberse acercado a los dos años. En el otoño de 1931 los comerciantes locales empiezan a moverse y a tomar posiciones para la ocupación de la Plaza Cubierta. Y, por fin, el 3 de noviembre de 1931, martes, se procede a la inauguración.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Del acontecimiento dan cuenta dos periódicos regionales de la época: *La Región* y *El Carbayón*. Realmente la inauguración tuvo lugar sin ceremonia alguna, limitándose la misma a la estricta apertura de la Plaza, la cual se presentó con numerosos puestos ya ocupados y operando con toda normalidad. Pero hay que decir que también este acontecimiento se vio envuelto en considerable crispación. Los mismos periódicos dan cuenta de declaraciones de concejales contrarios a la inauguración de la Plaza en tanto no se culminase en el Tribunal Supremo el mismo litigio, suponemos, procedente de años atrás; y amenazando, por otra parte, con dimisiones. Y los mismos periódicos dan cuenta de una temprana –a las ocho de la mañana– y curiosa manifestación de grupos de "mineros del concejo" (*El Carbayón*) / "obreros de Carbayín" (*Región*), que, previamente convocada, recorrió la Pola portando pancartas en las que se leía: "VIVA LA PLAZA" y "QUEREMOS QUE SE ABRA HOY LA PLAZA".

*El Carbayón* cifra en 3.000 y *Región* en 4.000 el número de manifestantes, que se disolvieron pacíficamente tras unas palabras del Alcalde desde el balcón del Ayuntamiento, pasando a continuación a visitar la Plaza, efectivamente abierta, y a animar la villa durante el resto de la jornada. ¿Qué pasó al final con el litigio, llevado a la máxima instancia del Tribunal Supremo? ¿Llegaron a dimitir los concejales disconformes? Y, sobre todo, ¿cuáles fueron las "interioridades" (así, entre comillas) de aquella en cierto modo extraña y de otro lado significativa manifestación, procedente de una de las zonas mineras de Siero relativamente alejada, para la época, de la capital? Mi curiosidad sólo se ha visto medianamente satisfecha con informaciones que podrían catalogarse como "tradición oral", por lo que vuelvo a remitirme, sobre el particular, a los mismos estudiosos de la historia local.

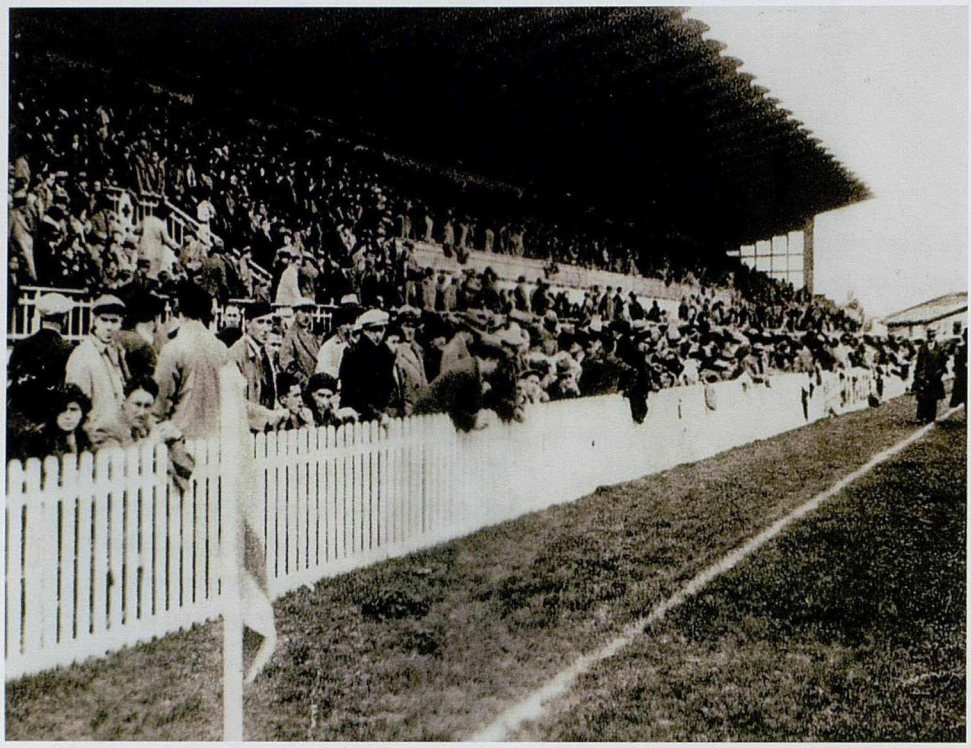
Despedimos a Sánchez del Río añadiendo que al éxito de la Plaza Cubierta se añadieron otros muchos –como técnico investigador, proyectista y constructor, y también como empresario– a lo largo de su dilatada vida profesional. Como empresario –quizá su faceta menos conocida para el gran público– recordaremos que fue fundador de la constructora Dragados y Construcciones, S.A., la cual se constituyó, con el apoyo del Banco Central, como consecuencia de un concurso de proyecto y obra para construir un dique en el puerto de Palma de Mallorca; concurso al que se presentó en compañía de otro compañero –Luis Sánchez Guerra– y que ganó. Y creó también la empresa Río - Cerámica, fruto de su labor de investigación y desarrollo de los sistemas de forjados cerámicos que habrían de tener enorme difusión (todos hemos conocido pisos construidos con estos forjados, comúnmente denominados "de bovedillas cerámicas"). Y fue consejero, en fin, de otras varias sociedades.

Como puro proyectista y constructor son numerosas las obras y planes en que intervino. Aquí, en la Pola, nos dejó el primer abastecimiento de agua domiciliario, con un depósito de la tipología del de Oviedo; el primer sistema de evacuación de aguas residuales; el plan de ordenación; y, más tardíamente, los célebres paraguas del anterior mercado de ganados, de los que se conserva el mayor, que cubre la entrada de la actual estación de autobuses. En el término municipal dejó asimismo su huella; recordando, por ejemplo, el primer abastecimiento de agua de Lugones desde los manantiales de Ladines, o un abastecimiento –también de agua– de Carbayín Alto del que se conserva un depósito elevado, curiosa estructura fuera de servicio años ha, conocida en la zona como la "Copa de Carbayín".

Cómo no recordar, en Asturias, realizaciones tan sobresalientes –casi coetáneas de la Plaza Cubierta– como la tribuna del campo de fútbol de Buenavista en Oviedo, ya desaparecida, como el propio estadio, con unos voladizos de 15 metros, hermanos mayores, aunque posteriores, de los de la Plaza Cubierta; o los depósitos de agua, asimismo tórico-circulares, de Trubia, Mieres y Turón; o el puente de Láneo sobre el río Narcea; o su participación en numerosas obras de edificación o de carácter industrial (Teatro Campoamor y Teatro Filarmónica de Oviedo; almacenes Simeón y Ribalaygua, igualmente en Oviedo; tolvas para Duro-Felguera y Hulleras de Turón; naves de la Fábrica de Armas y de Mantequerías Arias; etc., etc.); para culminar, más recientemente, con la magna obra del Palacio de Deportes de Oviedo, con sus arcos de cerámica armada de 100 metros de luz, récord mundial todavía imbatido –acaso, todo hay que decirlo, porque dicho material ha caído ya en desuso– y obra que, con nuestra Plaza Cubierta, ocupaba las preferencias del maestro.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



TRIBUNA DEL ESTADIO DE BUENAVISTA EN OVIEDO

En el resto de España, e incluso en el extranjero, su labor fue análogamente prolífica y notable. Nos limitaremos a traer aquí el puente de Santo Domingo de la Calzada, en su Haro natal, porque en él aplicó sus estudios sobre el empleo de fibrocemento en articulaciones y rodillos de apoyo; y las naves del taller de montaje del INTA en Torrejón de Ardoz, porque fueron hechas en colaboración con Carlos Fernández Casado, otro ilustre ingeniero del 27, paisano suyo, a quien yo tuve asimismo de profesor y al que igualmente me complace evocar.

Sánchez del Río pisó también la arena política, siendo Director General de Carreteras entre 1945 y 1951, aunque dejó sobrada constancia de que aquello no era lo suyo. Autor de numerosas publicaciones en revistas nacionales y extranjeras, y en posesión de igualmente numerosas condecoraciones, asimismo nacionales y extranjeras, Ildefonso Sánchez del Río falleció el 30 de noviembre de 1980 en Madrid.

Llegados a este punto, habiéndonos despedido de Sánchez del Río, pero teniendo siempre nuestra Plaza Cubierta al fondo, forzosamente tengo que dirigir la parte final de mi charla –en mínimo pero obligado recuerdo y homenaje– hacia otra persona –otro personaje, en esta ocasión poleso– que fue realmente el *alma mater*, el artífice primero y fundamental, el acertado promotor y enérgico gestor de la Plaza Cubierta; y, con ella, de otras importantísimas actuaciones para la Pola y su concejo.

Sin duda habrán adivinado que me estoy refiriendo a José Parrondo Presa, el Alcalde Parrondo, nacido en 1889. Parrondo accede a la alcaldía de Siero a principios de 1928, en plena dictadura de Primo de Rivera, una de cuyas primeras medidas, en el mismo mes de septiembre de 1923 –del manifiesto y toma del Gobierno– había sido la disolución de los Ayuntamientos. Desconozco los motivos o mecanismos por los cuales a partir de entonces en el Ayuntamiento de Siero se suceden los alcaldes a razón de uno por año: Luis del Campo en 1923 (sustituyendo a Manuel Camino, quien lo era desde 1920); Ricardo Blanco en 1924; Francisco Canseco en 1925; Ricardo Cabeza en 1926; Ricardo Blanco, único que repite, en 1927; y, por fin, José Parrondo en 1928.

Parrondo se mantiene en el bienio 1928-1929, cesando a finales de febrero-principios de marzo de 1930 con la caída de aquella dictadura de Primo de Rivera. No he podido averiguar si Parrondo había formado parte, como concejal, de alguna de las corporaciones anteriores, pero de lo que no me cabe la menor duda es de que, cuando se hace cargo de la alcaldía, Parrondo tiene las ideas muy claras sobre las necesidades reales e importantes de la Pola y su concejo, a las que se aplica con un acierto, una energía y una eficacia poco comunes.

Es alcalde, por tanto, a los 39 años, en posesión todavía de una envidiable juventud pero en posesión también de una increíble madurez. Hombre con fama de seco y austero, de incuestionable integridad, defensor enérgico y tenaz de sus convicciones, de amplios conocimientos y reconocida capacidad de trabajo, en tan breve período de tiempo consigue plantear y sacar adelante obras como el primer abastecimiento domiciliario de agua de la Pola, el alcantarillado, o la Plaza Cubierta (ésta con la conflictividad ya relatada, pero que supuso además la definitiva apertura de la Pola hacia su lado sur); obras para las cuales tuvo el acierto de contar con un primer espada de la época como fue Ildefonso Sánchez del Río.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Repitiendo los datos, pero poniendo el énfasis debido, apuntaré solamente un detalle de su eficiencia relacionado con la Plaza Cubierta: el acuerdo para construirla se tomó un 24 de mayo de 1929; los anuncios del concurso se publicaron en el Boletín Oficial de la Provincia del 28 de mayo y en la Gaceta de Madrid del 29 de mayo, dándose 20 días hábiles para la presentación de ofertas; y el 2 de julio las obras estaban adjudicadas. Realmente asombroso para los que hemos vivido el mundo de la contratación de la obra pública.

Sin olvidar tampoco sus otras realizaciones en el concejo como las numerosas escuelas construidas, caminos, abastecimientos de agua, etc., me atrevo a afirmar que, solamente con aquellas tres actuaciones –abastecimiento de agua, saneamiento y Plaza Cubierta– José Parrondo Presa puso a la Pola en la modernidad.

La Pola, en fin, ha materializado su agradecimiento hacia estas dos figuras de su historia –Parrondo y Sánchez del Río– dedicándoles sendas calles que, precisamente, abrazan la Plaza Cubierta encontrándose en la esquina más oriental de la misma, sobre la plaza de Don Pelayo (y extendiéndose la de Sánchez del Río hasta superar el anterior mercado de ganados; actual estación de autobuses cuya entrada cubre, como quedó dicho, el último de sus famosos paraguas).

Y tratándose de la Plaza Cubierta no sería justo dejar en el olvido a las dos corporaciones que sucedieron a la de Parrondo; la primera a la caída de la dictadura de Primo de Rivera, presidida por Ramón Rodríguez Fernández –con un breve período de Juan Laborda– y la segunda salida de las elecciones de abril de 1931 y presidida por Inocencio Burgos, otro recordado alcalde. Ambas heredaron la Plaza Cubierta en construcción, ambas sufrieron los embates redivivos de la oposición a la misma, pero ambas se comportaron –desde una más que presumible disparidad de criterios e ideologías– con la coherencia, la serenidad, la madurez y el sentido común necesarios para llevar a buen término esta vieja, magnífica y querida obra que hoy nos ocupa.

Esto es todo. Reitero mi felicitación a todos los protagonistas del concurso "Así es Asturias" y agradezco a ustedes su presencia, su atención y su paciencia. Gracias, muchas gracias.

## NOTA POSTERIOR

En el tiempo transcurrido desde 2003, la situación de la Plaza Cubierta se ha modificado y, a los efectos que nos ocupan, para bien.

En la charla se aludió muy de pasada a una remodelación efectuada en 1988. Realmente había sido una remodelación de los puestos de venta y otros servicios; nada que afectara directamente a la estructura. De estar en una única planta, dichas piezas se dispusieron en tres alturas (la inferior incluso por debajo –excavada– de la planta primitiva), configurando una especie de tronco de pirámide dentro de la Plaza Cubierta, de base triangular semejante a la de ésta. Era un verdadero mamotreto que, aparte de otros aspectos negativos –fracasó desde el punto de vista comercial–, destrozaba las perspectivas de aquel espectacular interior abovedado (el singular "rincón de claustro") y hasta su propia razón de ser.

Pues bien, entre 2008 y 2010 –y con unas obras que significativamente se denominaron de rehabilitación–, se ha dado marcha atrás, demoliéndose aquel mamotreto, volviéndose a una única planta, estupendamente pavimentada por otra parte,... y poco más en cuanto a equipamientos (la Plaza Cubierta está prácticamente vacía, sin que por ahora se haya repuesto su actividad comercial); pero, en otros aspectos, se ha renovado el cerramiento de fachadas mediante amplias y diáfanas cristaleras, se ha pintado con acierto interior y exteriormente, se ha instalado una espléndida iluminación igualmente interior y exterior, se han retirado los pequeños quioscos establecidos en su entorno inmediato, etc.

Como conclusión: la Plaza Cubierta –y, en particular, lo que es la estructura– luce quizá como nunca, da gusto contemplarla desde dentro o desde fuera y a cualquier hora del día o de la noche y, lo que merece destacarse, está en un momento fantástico para visitarla, estudiarla, fotografiarla, etcétera.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

# PROYECTO

## DE APROVECHAMIENTO DE 70.000 LITROS DE AGUA POR SEGUNDO DERIVADOS DEL RIO EBRO EN TERMINOS DE SAN FELICES CONCEJO DE HARO

## PARA PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA.

Peticionario-D. José Sánchez del Río

Ingeniero-D. Alfonso Sánchez del Río

Año 1927

# SÁNCHEZ DEL RÍO
# UNA FAMILIA DE INGENIEROS

FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ DEL RÍO

Cuando la Fundación Juanelo Turriano me propuso escribir unas letras sobre el aspecto familiar y personal de Ildefonso Sánchez del Río Pisón, me faltó tiempo para decirle que sí, que encantado. Pasados unos minutos me di cuenta de que sabía muy poco del "tío Alfonso", que no era capaz de escribir 16 páginas sobre una persona que, aparte de ser el hermano mayor de mi padre, había visto en contadas ocasiones, y casi siempre en celebraciones familiares multitudinarias. Llamé a Bernardo Revuelta y le dije que desistía del encargo, me dijo entonces: ¿por qué no amplías el ámbito del trabajo a la familia Sánchez del Río dado que sois muchos ingenieros? Con esa nueva dimensión acepté el encargo.

Ildefonso Sánchez del Río Pisón, nombre completo Ildefonso Timoteo Felipe José según consta en el registro civil de la ciudad de Haro, nació el 1º de mayo de 1898 en Haro (La Rioja), era el hijo mayor de D. José Sánchez del Río Pajares y Dª Presentación Pisón Etcheverría. D. José y Dª Presentación tuvieron siete hijos más: María de la Vega (Vega), María de los Ángeles (Gelés), María Emilia (Mimí), José (Pepe), Luis, Carlos y Pedro (Perico). El abuelo José era juez, de raíces astur-leonesas –el origen de esta rama de "Sánchez del Río" hay que buscarla en Riaño (León)–, y estudió Derecho en Oviedo.

Hace años me contaron una anécdota, probablemente apócrifa, pues me la han vuelto a relatar en Oviedo pero protagonizada por otra persona, relativa a que D. José aprobó una asignatura tras haber ganado de forma fehaciente al catedrático

PROYECTO PARA HARO ENCARGADO EN 1927 POR D. JOSÉ SÁNCHEZ DEL RÍO, PADRE DE ILDEFONSO



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO A LOS 11 AÑOS EN SANTO DOMINGO DE LA CALZADA

de la misma al billar, quien, pese a que mi abuelo no había realizado un ejercicio muy brillante, no se atrevió a suspender por el "qué dirán". Lo de menos es si es cierta o no la anécdota, lo interesante es el hecho de que un catedrático hiciera vida social con sus alumnos. ¿Era la vida de estudiante en Oviedo en aquella época tan diferente de la que yo viví en Madrid? ¿Alguien recuerda haber jugado a "algo" con un catedrático en ejercicio siendo alumno? En cualquier caso, en la casa de Haro existe una sala de billar donde se conserva "el taco del abuelo", una preciosidad de maderas nobles, con incrustaciones, desmontable y con su estuche, que todos los nietos, y algún biznieto, hemos utilizado con la vana esperanza de que la "sabiduría billarística" viniera de su utilización. Como en todas las artes, el estudio es la única forma de llegar a su dominio.

Destinado a Haro cuando sacó la oposición de "judicaturas", conoció a mi abuela y se casó con ella, ahora bien, como el tema de las incompatibilidades ya existía entonces, nadie piense que es un invento moderno, no pudo ejercer de juez una vez casado en la misma ciudad de donde era su esposa, cuyo padre, D. Ildefonso Pisón, era además alcalde de la ciudad; le destinaron a Santo Domingo de la Calzada, donde vivió de recién casado. Ahí pasó la infancia D. Ildefonso, en lo sucesivo "el tío Alfonso".

Un repaso rápido a su curriculum profesional: cursó la Enseñanza Media en la Institución Libre de Enseñanza y en el Instituto Cardenal Cisneros de Madrid. Ingeniero de Caminos, Promoción 1921-1922. Ingeniero del puerto de San Esteban de Pravia, 1922-1925, y del Ayuntamiento de Oviedo, 1924-1941. Director General de Caminos (Carreteras hoy día), 1945-1951, siendo ministro de Obras Públicas el general Fernández Ladreda. Posteriormente se dedicó a la actividad profesional de forma privada, "liberándose" de las ataduras de la Administración del Estado.

La descripción de sus realizaciones principales será comentada en otros apartados de este libro-catálogo, de forma que la omito para no ser redundante, aunque sí incluyo aquí los Honores y Condecoraciones.

Gran Cruz del Mérito Civil. Cruz del Cristo de Portugal. Cruz Laureada de San Fernando (colectiva) por la Defensa de Oviedo. Cruz de guerra. Medalla de la campaña. Hijo Adoptivo de la ciudad de Oviedo en 1979. Hijo Predilecto de Haro y Medalla de Oro de la Ciudad. Hijo Adoptivo de Santo Domingo de la Calzada y Medalla de Oro de la Ciudad. Caballero del Capítulo de Caballeros de La Virgen de Valvanera, patrona de La Rioja. Que yo recuerde D. Ildefonso tiene su nombre puesto en calles de las ciudades de Oviedo, Pola de Siero y Haro (compartida con su hermano Carlos).

Casó con María del Carmen Fernández Álvarez Tuero, la tía Carmina, persona de carácter, con tendencia a la crítica ácida, con quien podías pasar unos momentos extraordinariamente divertidos siempre y cuando no fueras tú el objeto de sus bromas. No tuvieron hijos.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO




CASA PISÓN: CASA NATAL DE D. ILDEFONSO Y D. CARLOS SÁNCHEZ DEL RÍO SITA EN LA CALLE DE "LOS INGENIEROS DE CAMINOS ILDEFONSO Y CARLOS SÁNCHEZ DEL RÍO", Nº 9, EN HARO (LA RIOJA)

¿Cómo era D. Ildefonso? La visión que voy a dar es la de una persona 49 años menor que él, de forma que cuando acabé la carrera con 25 años, el tío Alfonso tenía 74 años y la arterioesclerosis ya empezaba a minar su enorme inteligencia. Las fuentes para ampliar mis impresiones sobre el tío Alfonso han sido mis hermanos y algún primo mayor que yo, pero, sobre todo, para tener una idea de la opinión que sus compañeros tenían sobre él, he acudido a su correspondencia personal, que mi padre conservó con gran cariño. Afortunadamente era una generación que escribía cartas, no existía el e-mail, y por eso tenemos algunas opiniones y nombres de personas con las que se relacionaba que son interesantes.

Como sobrino recuerdo a una persona extraordinariamente agradable, cariñoso con su familia, siempre con una palabra amable para sus sobrinos y animándonos a estudiar. De mis primeros nueve años de vida, que transcurrieron en Oviedo, tengo un recuerdo de la casa de mi tío bastante nítido; vivía en la misma casa que su hermano Carlos, mi padre, en el mismo piso pero en la puerta de enfrente. Era una casa animadísima, siempre había visitas y como el asturiano medio es bastante alborotador, los sonidos que salían de aquella casa eran la mayoría de las veces divertidos, otras veces no tanto. Las reuniones siempre por la tarde, fundamentalmente de señoras, eran casi siempre de partidas de cartas, interminables partidas en las que el tío Alfonso no aparecía nunca, pues siempre estaba en su despacho, trabajando. Es la primera impresión que tengo de mi tío, trabajaba mucho, o eso me parecía a mí que tenía menos de diez años.

Al tío Alfonso le fue muy bien en la vida, tuvo un reconocimiento en vida de su valía profesional, la gente que le conocía le apreciaba y la mayoría le admiraba. Económicamente, que yo sepa, nunca pasó ningún apuro, es más, podríamos decir que tuvo una vida más que desahogada, fue un triunfador. En una carta de D. José María Aguirre Gonzalo fechada el 31 de diciembre de 1959, le dice en tono jocoso: "...celebraré mucho que 1960 sea un año de grandes venturas y que te haga todavía mucho más millonario".

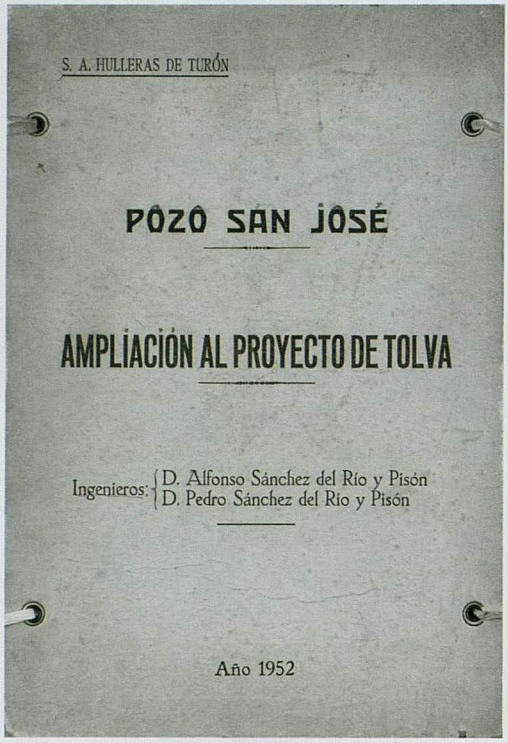
Las opiniones de los familiares, máxime cuando el "opinado" ha fallecido, siempre son subjetivas y tienden a embellecer la figura del pariente, de forma que si afirmo que "el tío Alfonso" era una excelente persona, un compañero muy querido, y un ingeniero preocupado por las injusticias que se cometían contra sus compañeros y amigos, fueran "del Cuerpo" o no, estas afirmaciones deben probarse, si no queremos que se queden en un voluntarismo inevitable en un pariente cercano. Intentaré probar esas afirmaciones con el apoyo de su correspondencia personal.

Un primer ejemplo trata de un asunto de honorarios no satisfechos. El arquitecto D. Secundino de Zuazo Ugalde recurrió a D. Ildefonso en el año 1946, a la sazón director general de Caminos, para reclamar el pago de unos honorarios no satisfechos por unos trabajos realizados antes del 18 de julio de 1936.

En dos cartas que se conservan, con fechas 22 de mayo y 18 de junio de 1946, D. Secundino de Zuazo agradece a D. Ildefonso su intervención ante "la Secretaría de la Sección de Arquitectura de la Jefatura de Obras Públicas de la Dirección General de Caminos" para la resolución de su reclamación.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO




PROYECTO CONJUNTO DE D. ALFONSO Y D. PEDRO SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN, 1952

Un segundo ejemplo nos muestra una resolución contra "El espíritu de clase". Con fecha de 24 de junio de 1950, D. Maximino Miyar, Notario de Bilbao, escribía una elogiosa carta a D. Ildefonso agradeciendo «...la Resolución del recurso de Alzada por mí elevado ante ti... ... Me felicito de la Resolución que está de acuerdo con lo que yo entendía de Justicia; te doy las gracias porque, despojándote del espíritu de clase has tenido el valor de dar la razón quien juzgabas la tenía. Y me consuela el saber, que en esta pobre España tan desmoralizada, aún hay sitios donde se puede acudir en la seguridad de que si uno tiene razón se la han de dar».

No tengo ni idea del tipo de Recurso, ni de la cuantía en litigio, ni por qué afectaba al "espíritu de clase", pero es especialmente reconfortante, estamos en 1950, escuchar frases como "... aún hay sitios donde se puede acudir...". Sin comentarios.

Un tercer caso nos muestra su preocupación por la situación económica de los compañeros del Ministerio. En una carta que D. José F. Castany, ingeniero jefe de O. P. de Málaga, de 5 de marzo de 1952, escribe a D. Ildefonso, ya ex director general de Caminos, le expone el malestar que existe entre los ingenieros y ayudantes de las Jefaturas «... que somos los que realizamos los trabajos y los que menos vamos a disfrutar de estos beneficios, porque hoy por lo visto se piensa más con los pies que con la cabeza, pero, en fin, algún día cesarán esos señores y vendrá quien modifique estas arbitrariedades, pues si tanto tiempo hemos estado esperando y conformándonos con lo poco que se ganaba en el Ministerio y esperando que llegaran las vacas gordas del Plan de Modernización, este no ha servido más que para desesperarnos y quitar el estímulo para tener interés en las obras a realizar...»

Respuesta de D. Ildefonso el 1º de abril de 1952 «¡Nos están haciendo muy buenos! Todos los compañeros de la Jefaturas con quien he hablado me dicen lo mismo. Vuestras cuitas son idénticas, y por tanto, ahí está la justeza de ellas...hace pocos días, el actual Presidente del Consejo de Obras Públicas, D. Juan Campos, en casa del Director del plan de Modernización, mi fraternal amigo Fernando Casariego, tuve una oportunidad magnífica para despacharme a mi gusto... Sencillamente le dije que para elevar el sueldo a los peones Camineros, no era el procedimiento más adecuado cometer una arbitrariedad despojando a nuestros compañeros de una pesetas que les pertenecían bajo todos los puntos de vista, moral y legal, ni tampoco era aconsejable el adoptar el sistema de "a todos por igual...", emulatorio de aquel célebre "pa tos café"...; ya que esto, inevitable y fatalmente conduce a matar el estímulo que precisamente, yo, el autor del Plan, había tenido muy en cuenta, porque elevados muchos compañeros nuestros, que algunos no pueden vivir con sus ingresos, a una situación económica más despejada, trabajarían en esa cosa tan bonita y simpática, con el entusiasmo que íntimamente y sin querer, nace del agradecimiento.

»Como ves, Pepito, yo lo siento tanto como vosotros, porque contemplo que mi Plan, en el que tanto trabajé y con el que tan ilusionado estaba, porque como compañero y como patriota, sabía el bien que a todos iba a reportar, empieza con las ilusiones, honradas y legítimas, rotas por la injusticia... y nada más, que ya he dicho bastante».

Creo que la carta original y la respuesta no merecen comentarios. Supongo que el plan a que se alude en las cartas es el Plan de Modernización de Carreteras aprobado bajo su mandato en la Dirección General, pero el malestar era evidente y D. Ildefonso se sintió traicionado, no olvidemos que estamos en 1952.

Un cuarto asunto se refería al trato injusto a un compañero, D. Felipe Arévalo. El 19 de diciembre de 1954 el ingeniero jefe de Obras Públicas de Albacete D. Felipe Arévalo se dirigió a D. Ildefonso para pedir su ayuda ante una situación de acoso que estaba sufriendo por otro compañero, que pudiera desembocar en que le destituyan



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

del cargo y le degraden a 2º jefe. Omito los nombres que aquí se citan por delicadeza y desconocimiento de un tema que ocurrió hace 66 años. Respuesta de D. Ildefonso, el día 27 de diciembre de 1954: «... me pides que te dé mi opinión sobre tu actuación de Jefe de Obras Públicas de Badajoz durante los seis años que desempeñé el cargo de Director General de Carreteras. Con mucho gusto lo hago, en la seguridad que lo que te voy a decir, responde sinceramente a mi pensamiento, sin pretender en modo alguno complacerte, en el sentido de revalorizar tus cualidades.

»En primer lugar, te considero persona capaz por tu inteligencia y capacidad de trabajo, de estar al frente de una Jefatura. Has demostrado siempre interés en cumplir con tu deber y esto me lo demostraste por el número de visitas que me hacías a la Dirección, pidiéndome dinero para atender a tus carreteras, y yo, casi siempre, te despedía con muy buenas palabras y pocas pesetas, porque no las tenía. Pero algo sacabas por tu constancia en el pedir. Una catalogación de Jefes, precisamente, la hacía yo, basándome en esto de pedir.» La carta continúa haciendo referencia a una actuación conflictiva en los años 1945-1947 que era difícil de resolver y en la que «... Inclinaste la balanza hacia el lado del compañerismo que nadie, entre nosotros, será capaz de criticar... Puedes hacer el uso que desees de esta carta». Mi conclusión: un compañero le pide auxilio y él se lo presta con honradez pero "sin revalorizar sus cualidades".

El último asunto trata sobre una ayuda a D. Romero Gil. Hay una carta de D. Vicente Roglá Altet fechada el 11 de junio de 1955 en la que se agradece la colaboración de D. Ildefonso en el tema de ayudar a un compañero cuyas circunstancias no se especifican: «... he recibido tu cariñosa carta de 5 de diciembre y el formidable aval que la acompañaba. Eres un "tío grande" y mereces que te hagamos un monumento al compañerismo. Ojalá que entre todos logremos que se haga justicia a nuestro compañero Romero Gil».

Como la carta no explica las circunstancias en las que incurre este compañero, no podemos hacer ningún comentario al respecto, excepto "eres un tío grande" y "mereces que te hagamos un monumento al compañerismo", que hablan por sí solas.

Creo haber aportado una "prueba documental" que, por supuesto, no está fuera de toda duda razonable por lo escasa, relativa a que D. Ildefonso era un "buen hombre", justo, ecuánime y buen compañero, pero hay más cualidades que completan la descripción del "tío Alfonso" y que merecen ser citadas.

Era un hombre extraordinariamente jovial, estar con él era divertido, y algunas cartas y anécdotas que he conseguido rescatar muestran ese aspecto de su carácter.

En carta a D. Florencio del Pozo de 7 de julio de 1972, entre las diversas cosas que le comenta, le invita, como "Jefazo", a la prueba de carga del paraguas de 40 metros de diámetro en Pola de Siero. "... se te garantizará una espléndida fabada para empezar...".



*El Palacio de los Deportes, esa obra valiente*

**Ingenieros y arquitectos hispanoamericanos visitaron ayer sus instalaciones**

**Y fueron ampliamente informados de los problemas técnicos que hubo que resolver**

PASAN SEIS MESES EN ESPAÑA, EN EL INSTITUTO EDUARDO TORREJA, PERFECCIONANDO SUS CONOCIMIENTOS Y AMPLIANDOLOS

CRÓNICA PERIODÍSTICA SOBRE LA VISITA DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS A LAS OBRAS DEL PALACIO DE DEPORTES DE OVIEDO DISEÑADO POR ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO, APARECIDO EN *LA NUEVA ESPAÑA* DE ASTURIAS EL 21 DE MAYO DE 1968, FIRMADO POR A. IGLESIAS-CUESTA E ILUSTRADO CON FOTOS DE TOSAL

Recuerdo haber hablado hace años con Juan Moreno Torres, cuando ambos estábamos en INTECSA, sobre la prueba de carga del citado Paraguas. Juan me comentó que se suscitaron apuestas entre los que intervenían en la prueba sobre si la estructura pasaría el trance de forma airosa o no, dada la esbeltez de la misma. El "tío Alfonso" se reía, continuamente, ante las dudas del personal.

En otra carta, que no he conseguido recuperar, aunque la he leído, se narra una anécdota entre D. Ildefonso y D. Florencio del Pozo relativa a la forma de atacar el cálculo de determinadas estructuras. Discutían sobre ello y, llegado un momento D. Ildefonso le dijo a D. Florencio "...no te empeñes Florencio, esto no es cuestión de matrices sino de huevos". Esta anécdota exige una aclaración, porque no es lo que parece, aunque la gracia reside precisamente en lo que parece. D. Florencio de Pozo era el catedrático de Estruc-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



Sábado, 16 de febrero de 2008 — OC OVIEDO Y CENTRO SEMANAL — LA NUEVA ESPAÑA 3

Crónicas ovetenses
por Ernesto Conde

**El depósito indestructible de Sánchez del Río**

El depósito de Picapito diseñado por Ildefonso Sánchez del Río.

CRÓNICA PERIODÍSTICA SOBRE EL IV DEPÓSITO DE AGUAS DE OVIEDO DISEÑADO POR D. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO, APARECIDO EN *LA NUEVA ESPAÑA* DE ASTURIAS EL 16 DE FEBRERO DE 2008, FIRMADO POR D. ERNESTO CONDE

turas de la E.T.S. de I.C.C.P. de Madrid y nos impartía la asignatura. Una de las partes era el cálculo matricial, por tanto tuve a D. Florencio enseñándonos cálculo matricial de estructuras y "el tío Alfonso" lo sabía. El mismo D. Ildefonso escribió en su reseña para el Anuario del Colegio que algún malintencionado ha rebautizado como "bestiario", entre sus aficiones "... la busca y captura de formas para eliminar cálculos molestos". Ya tenemos la pincelada completa, las "matrices" se referían a los cálculos molestos (cálculos matriciales) y los "huevos" a la intuición para encontrar un modelo que le evitara esos cálculos complejos que odiaba cordialmente. Los que hemos ejercido como calculistas de estructuras, sabemos muy bien el grado de complejidad que determinados problemas plantean y que, si no es por el cálculo electrónico, matricial, actualmente tan familiar pero que entonces no lo era en absoluto, no hay forma de abordar "a mano" con rigor y total garantía de ausencia de errores. Puedo asegurar el aprecio y la amistad que entre D. Florencio y D. Ildefonso existía.

Gustaba pasar temporadas en Canarias, donde, buscando buen clima, aprovechaba siempre para visitar las obras que Dragados tenía en las Islas; aunque fuera de vacaciones, su curiosidad como ingeniero se imponía a los deseos de ocio. Disfrutaba mucho de sus estancias en las islas y además visitaba a su hermano Pedro que estaba destinado en Tenerife. Un compañero nuestro, Emilio Benítez, según las cartas que tengo en casa, hacía de "guía" del tío Alfonso y se lo pasaban muy bien ambos.

Hay otra anécdota, que no me resisto a contar, que apareció en el periódico de Oviedo *La Nueva España*, relativa a lo acontecido en la ciudad de Oviedo durante la Guerra Civil. El tío Alfonso era una "persona conocida" y a él acudieron "los militares", que resistían el cerco a que estuvo sometida la ciudad por el ejército republicano, para que les aconsejara a qué parte de la estructura del depósito de aguas tenían que apuntar con la artillería para provocar el colapso de la misma. El motivo de tan insólita petición era obligar a los militares republicanos que lo ocupaban a abandonaran esa posición, desde donde estaban haciendo mucho daño a los defensores de la ciudad. Como comenta el periodista que cuenta la anécdota, al proyectista de la obra se le pedía que descubriera los puntos más vulnerables de la misma para su demolición con artillería. Con harto dolor de corazón, el ingeniero municipal proporcionó la información que le pidieron los militares, quienes se hincharon a disparar al depósito de aguas. No hubo nada que hacer, el depósito seguía en pie a pesar de los cañonazos, y la obra adquirió rápidamente el adjetivo de "indestructible". Gran satisfacción por parte de uno y supongo de decepción para otros. Esta anécdota se narró el día 16 de febrero de 2008 en *La Nueva España*, "Crónicas Ovetenses: El depósito indestructible de Sánchez del Río", y firma el artículo el periodista D. Ernesto Conde.

Un detalle de su carácter fue "el sacrificio" que para él supuso aceptar el cargo de director general de Carreteras, alteración en su vida que duró 6 años (1945-1951) y que está muy bien descrita en ese



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO




CALLE DE HARO DEDICADA A LOS HERMANOS D. ILDEFONSO Y D. CARLOS SÁNCHEZ DEL RÍO

espléndido artículo de nuestro compañero Fernando Sáenz Ridruejo "Sánchez del Río y Fernández Casado, dos ingenieros de la generación del 27". Que el nombramiento como director general en cualquier ministerio sea un sacrificio es algo que hoy día resulta chocante, dadas las motivaciones que existen en los tiempos que corren. Puedo asegurar y esto me lo contó su hermano Carlos, mi padre, que D. Ildefonso puso como única condición a su ministro y amigo D. José María Fernández Ladreda, que no le hicieran madrugar para ir al despacho, pero también esta frase precisa una aclaración. D. Ildefonso, como mi padre y casi todos los Sánchez del Río, gustaba del trabajo nocturno, cuando la quietud y el recogimiento nos atrae especialmente. En la carta, ya comentada, dirigida a D. José F. Castany en 1952, dice textualmente «Yo, como gracias a Dios disfruto ahora de una maravillosa libertad integral, y más maravillosa porque tira hacia los encantos de una bohemia racional..., puedo permitirme el lujo de decir lo que quiero y decir sinceramente lo que siento a todo el mundo...». Es decir, es libre una vez cesado como director general por el cese de su ministro. En el artículo de Fernando Sáenz Ridruejo se comenta su discurso de despedida: «... me sentí como prisionero dentro de una gran jaula llena de mecanismos cuyas teclas apenas osaba tocar». En el mismo artículo, se comenta muy acertadamente, una cita de Ángel del Campo: «D. Ildefonso no llegó a entender la complicada mecánica burocrática, ni a interesarse lo más mínimo por ella». Lo suyo nunca fue la política ni le interesó en lo más mínimo.

No solamente era una persona jovial y optimista, el repaso de su correspondencia personal nos muestra un gran número de personas que recurrieron a él en busca de recomendación para encontrar trabajo, a las que siempre atendía, y aún puede leerse en las notas al margen de las cartas: "hablar con Antón para ver qué se puede hacer"; no me cabe la menor duda de que Antón es D. Antón Durán Tovar, Consejero Delegado de Dragados y Construcciones durante muchos años, y gran amigo hasta la muerte de D. Ildefonso. En otras podemos leer "hablar con Raúl", otra persona fácilmente identificable, D. Raúl Celestino, buen amigo también de Ildefonso en Dragados, actualmente fallecido.

El "tío Alfonso" era riojano, lo que, *a priori*, no tiene por qué implicar gran conocimiento del vino, pero en este caso puedo afirmar que lo tenía; apreciaba y distinguía un buen vino, haciendo comentarios sobre el mismo si era preciso. En Haro, si no sabes del tema, estás mejor calladito. Bastantes cartas hablan de su relación de amistad con D. Pedro López Heredia, persona que no es preciso presentar a quien conozca un poquito la historia del vino de Rioja. Las Bodegas López Heredia son un referente en la ciudad de Haro. Hay más amigos relacionados con el mundo del vino, pero más vale no insistir en ese tema para evitar que, quien no le conozca, saque una conclusión errónea.

Que una persona que fue amable con todo el mundo, ayude a su familia en momentos de apuros se da por descontado, el "tío Alfonso", en ese aspecto, fue buen hermano, ayudó a los suyos cuando hubo menester, y en más de una ocasión.

No sólo ayudó a los suyos o a personas que conocía, fue una persona preocupada por el bienestar de sus paisanos de Haro, ciudad en la que nació, de la que fue Hijo Predilecto, y a la que estuvo vinculado por razones emocionales muy fuertes. Su correspondencia muestra varias cartas del Alcalde del Ayuntamiento de Haro en las



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



D. ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO A LOS 79 AÑOS

que le da las gracias por los donativos para la campaña de Navidad. Es de notar un Acuerdo de la Comisión Permanente de este Ayuntamiento en sesión celebrada el 14 de diciembre de 1976 con el nº 8 del día que cito textualmente:

«ASUNTOS DE LA ALCALDIA.- Toma la palabra la Presidencia y dice que iba a dar la buena noticia de que el Hijo Predilecto de Haro, D. Ildefonso Sánchez del Río y Pisón, con una cariñosa carta, le había remitido cheque por pesetas, 50.000, como lo viene haciendo por estas fechas otros años, con destino a las familias necesitadas en las fiestas de la Navidad.

»La Comisión Permanente acordó se hiciera constar y saber al Sr. Sánchez del Río y Pisón, en nombre de los que serán favorecidos el profundo reconocimiento a su reiterado recuerdo y generosidad al pueblo de Haro que tanto cariño le tiene.»

Hago notar "... como lo viene haciendo por estas fechas otros años...", donde se hace patente la preocupación de D. Ildefonso por sus paisanos.

No solamente realizó donativos para la gente que lo necesitara, sino que creó unas becas de estudio para los jóvenes de la ciudad de Haro conocidas como "Becas Ildefonso Sánchez del Río". En el testamento de D. Ildefonso se manifiesta la voluntad de creación de dichas becas, para lo cual dejó una provisión de fondos que permitiera su financiación, que consistió en 12.000 acciones de la empresa Dragados y Construcciones, S.A., que lega al Ayuntamiento de Haro con ese fin. El Ayuntamiento de Haro en el Pleno habido el 29 de diciembre de 1981 acepta el legado, y, el 24 de septiembre de 1985 se convocan las primeras becas, dotadas con 950.000 pesetas. Su hermano Carlos amplió la financiación de las mismas para continuar la labor iniciada por su hermano mayor, que falleció en noviembre de 1980, llamándose a partir de entonces "BECAS SÁNCHEZ DEL RÍO". En la actualidad, año 2011, las becas otorgadas han sido 520 y su presupuesto ascendió a 64.300 €. En el testamento se añade una serie de donaciones y legados a determinadas instituciones religiosas y sociales cuya descripción y cuantías no voy a comentar, pero que me sorprendieron. Nunca pensé que el tío Alfonso fuera un hombre religioso.

Creo que hemos dado un interesante repaso al comportamiento de D. Ildefonso Sánchez del Río y Pisón con sus semejantes, y podemos concluir, con soporte documental no muy abundante, es cierto, pero real y demostrable, y al margen de calificaciones profesionales, que no son objeto de esta comunicación porque otros se encargarán de ese cometido, que D. Ildefonso era una extraordinaria persona, una muy buena persona. Ayudó a sus compañeros siempre que le necesitaron, se preocupó por "estimular" a sus "Ingenieros Jefes" en la época de director general de Caminos aunque del intento no salió muy bien parado, contó con el aprecio de personas relevantes en nuestra profesión, como Eugenio Ribera en sus comienzos, Eduardo Torroja, Carlos Fernández Casado, Florencio del Pozo, Vi-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cente Roglá, José María Aguirre Gonzalo y otros muchos cuya enumeración sería prolija y tediosa. Ayudó a su familia, y a muchas otras personas que recabaron su ayuda buscando recomendaciones y "enchufes", siempre tuvo palabras amables para con los demás, era enormemente simpático, tenía don de gentes, y era optimista ante la vida. Fue un extraordinario ingeniero y una personalidad inquieta frente a todas las manifestaciones de la ingeniería, basta repasar la gran versatilidad de sus obras lejos de la especialización típica de nuestra época, ¡hasta tuvo tiempo para desarrollar un motor rotativo!

Fundó DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES, S.A., probablemente la empresa de construcción más importante de España en la segunda mitad del siglo XX, pero nunca tuvo espíritu empresarial, no se involucró en su desarrollo y se limitó a ser "Consejero fundador" de la misma hasta su fallecimiento, con una sola excepción que yo conozca: cuando Dragados y Construcciones se creó, para presentarse al concurso de Proyecto de ejecución del dique oeste de Puerto de Palma de Mallorca, se necesitó una fianza, cuya cuantía no recuerdo, pero tuvo que recurrir a la ayuda de su madre, Dª Presentación Pisón Etcheverría, para conseguir esa cantidad. Me consta que mi abuela tuvo que empeñar unas joyas para lograrlo y de nuevo se cumplió el dicho de que una madre, siempre que puede, ayuda a sus hijos en cualquier forma.

Creó también la empresa de productos cerámicos RÍO - CERAMICA, para la creación de unos forjados originales de enorme prestigio en su época, fue su Presidente, pero tampoco se involucró en su desarrollo, y como no era empresario fue mal gestionada y desapareció en 1976.

No nos engañemos, D. Ildefonso era un espíritu creador, inquieto, genial en muchos aspectos, pero lo que nunca llegó a ser es empresario, la rutina de la empresa le aburría soberanamente; desde el año 1951, a los 53 años, dejó de tener jefes y dispuso de su tiempo a su gusto, fue un privilegiado en ese aspecto, no tuvo el reconocimiento profesional que otros compañeros suyos tuvieron, probablemente le importaba un "pimiento", aunque seguramente vivió mejor que la mayoría de ellos. Nunca se quiso introducir en el mundo académico porque le obligaba a "esclavizarse" y eso era algo que le horrorizaba, recordemos que la única condición que puso al ministro de Obras Públicas, Fernández Ladreda, era que no le obligaran a madrugar para ir al despacho.

Y como este trabajo lo hemos titulado "Sánchez del Río, una familia de ingenieros", ya es momento de que hagamos una somera mención al resto de los ingenieros de la familia.

Como he comentado al principio, D. Ildefonso tuvo siete hermanos más. Los "pequeños" eran Carlos y Pedro, mi padre y el tío "Perico" como le llamábamos. Pedro fue militar del arma de "Ingenieros" y se retiró con el grado de coronel. Carlos fue ingeniero de Caminos, promoción de 1940. Ya tenemos dos ingenieros más.

## CARLOS SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN

Carlos, como su hermano mayor, nació en la casa familiar de Haro el 27 de agosto de 1912, estudió el bachillerato en el colegio del Pilar de la calle Castelló nº 56 de Madrid, recién construido, perteneciente a la orden de los marianistas. Realizó sus estudios superiores en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, (no había otra entonces); la Guerra Civil le sorprendió en el último curso y no pudo acabar sus estudios hasta 1940. Pertenece pues a la promoción de 1940.

Inició su vida profesional en Oviedo; como su hermano Ildefonso, trabajó en su Ayuntamiento unos años, inicialmente como ingeniero interino a partir del 11 de julio de 1940, más tarde como ingeniero titular a partir de 1º de abril de 1942 hasta su petición de excedencia voluntaria el 7 de octubre de 1943. Posteriormente pasó a la Diputación de Asturias donde ingresó el 21 de agosto de 1943 como ingeniero de la Sección de Vías y Obras en virtud de Concurso de Méritos, a propuesta del Tribunal calificador, tomando posesión de la plaza el 8 de octubre del mismo año. Fue ascendido al cargo de ingeniero subdirector de la referida Sección el 5 de diciembre de 1949, y al empleo de ingeniero director de Vías y Obras provinciales el 22 de junio de 1950, cargo que desempeñó sin interrupción hasta el día 26 de junio de 1958, en el que cesó, a petición propia, en el servicio a esa Corporación. Muchos años, por tanto, dedicándose a la reconstrucción de una zona de España muy castigada por la gue-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

rra como era Asturias. Durante los años 1948 a 1958 estuvo ligado a la empresa constructora "Ramón Beamonte" para la dirección técnica de las obras que la misma estaba ejecutando en Asturias para el Seguro de Enfermedad.

Independientemente de los trabajos profesionales que por sus servicios a los Organismos de los que dependía desarrolló, en el ejercicio libre de la profesión realizó otros que se enumeran en la Nota 1.

Posteriormente, en 1959, se trasladó a Madrid, pidiendo su reingreso al servicio activo del Estado el 14 de abril de 1958. Por O.M. de 11 de marzo de 1961, fue nombrado ingeniero auxiliar de la Dirección de la Junta de Obras del Puerto de Avilés, y el 27 de marzo siguiente se dispuso su pase a prestar servicio, en comisión, en la Dirección General de Puertos y Señales Marítimas. El Consejo de Obras Públicas, en sesión celebrada el 20 de enero de 1962, acuerda: "Cuando por turno le corresponda, podrá ser destinado a cualquier servicio, sin otra limitación que la de no poder estar encargado en el mismo de la Inspección o Liquidación, durante un plazo de cinco años, de obras adjudicadas a la empresa RAMÓN BEAMONTE. Asimismo deberá abstenerse en el ejercicio de su cargo oficial durante dicho plazo, de toda actuación relacionada con la citada empresa o con cualquier otra a la que hubiera servido". Por O.M. de 9 de febrero de 1962, es nombrado ingeniero director del Gabinete de estudios de la Dirección General de Puertos y Señales Marítimas.

El 24 de julio de 1962 fue nombrado 2º Jefe de la Sección 3ª Proyectos y Obras.

El 26 de abril de 1968 toma posesión como 2º Jefe de la Sección 5ª Proyectos de la Dirección General de Puertos y Señales Marítimas.

El 3 de octubre de 1969 toma posesión del cargo de Jefe, en comisión, de la Sección 3ª de la D.G.P y S.M. sin perjuicio de del de 2º Jefe de la Sección 5ª de dicho centro directivo.

El 3 de diciembre de 1971 se le nombra Jefe de Servicio de la Ordenación y Explotación de la Subdirección General de Costas y Señales Marítimas de la D.G.P. y S.M.

Es nombrado Secretario de la Delegación Española del AIPCN (Comisión Internacional Permanente para la Asistencia a los Congresos de Navegación).

El 2 de junio de 1978 es nombrado Jefe de Servicio de la Gestión del Dominio Público.

El 15 de julio de 1982 cesa como Jefe de Servicio de Gestión del Dominio Público.

El 27 de agosto de 1982 cesa su actividad profesional en el ámbito de la Administración del Estado por jubilación forzosa.

Casó con Dª Margarita Fernández de Muniain y Huarte Mendicoa, con la que tuvo diez hijos, María Victoria, María de los Reyes, José Carlos, Luis Jesús, Alfonso, Margarita, Francisco Javier, Santiago, María de los Ángeles y Pedro.

Carlos era un enamorado de su hermano Ildefonso, gracias al cariño y admiración que le profesaba se han conservado muchos documentos, la mayoría de los cuales, a excepción de su correspondencia personal, están depositados en la Fundación Juanelo Turriano y hoy están a disposición del público en esta exposición.

Nunca habló con sus hijos de su trabajo. Yo creo que el peso de la fama de su hermano mayor le impedía hablar del suyo, muy importante en la reconstrucción de Asturias. Siempre minimizaba su obra profesional comparándola con la de su hermano Ildefonso. Todo lo que sobre la vida profesional de mi padre he escrito lo he encontrado en el servicio de Archivos de Ministerio de Fomento. Nos dejó un legado inapreciable, el valor del estudio, el esfuerzo personal y la obra bien hecha. "Vuestro patrimonio es vuestra educación". Esa frase la tuvimos todos los hijos grabada en nuestro cerebro, de ahí su obsesión con los estudios de sus hijos y la vigilancia severa a que nos sometía, no se le pasaba "un parcial", mucho menos un examen final. Era otra época y reconozco que con mis hermanas no era tan estricto en los estudios, a veces me daban ganas de ser chica para ver si perdía de vista al "Gran Hermano de los exámenes".

Sus hijas mayores, Victoria (Toya) y Reyes, gemelas, casaron con sendos ingenieros, Victoria con Alfredo Rodríguez Menéndez, ingeniero del I.C.A.I. (electrocura en el argot coloquial), Reyes con Enrique Aldecoa Miralda, ingeniero Industrial, quien trabajó durante muchos años en Dragados y Construcciones llegando a ser ge-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

rente de la misma en Asturias. Su hijo mayor, José Carlos, es ingeniero Agrónomo, Luis y Alfonso son ingenieros de Caminos, promociones de 1966 y 1970. Margarita se casó con un arquitecto, (hace tiempo que la hemos perdonado), Mariano Ortega Carnicero, tan extraordinaria persona que merecería ser ingeniero de Caminos, de hecho llegó a ingresar en "La Escuela" (¿?). Francisco Javier, el autor de estas líneas, es ingeniero de Caminos, promoción de 1972. Santiago, que en el último año de la carrera de Ingeniería de Caminos dejó de estudiar y se dedicó a los negocios familiares, (todavía no me lo explico). A Ángeles le entraron prisas por casarse y no estudió carrera alguna, luego se mostró como la cabeza mejor amueblada de la familia. El último, Pedro, se hizo ingeniero Técnico de Obras Públicas, no estaba dispuesto a estudiar cinco o seis años y tenía mucha prisa por vivir la vida. Un sobrino, Enrique Aldecoa Sánchez del Río, es la tercera generación de ingenieros de Caminos en la familia.

Como resumen mi padre dejó el siguiente legado: un ingeniero Agrónomo, tres ingenieros de Caminos y un ingeniero de grado medio, y si le añadimos los hijos políticos: un ingeniero Industrial, un ingeniero del I.C.A.I. y un arquitecto, más un nieto ingeniero de Caminos, por lo que podemos concluir que somos una familia de Ingenieros, con el permiso de Mariano naturalmente. Todos los hermanos (varones) estudiamos en el Colegio del Pilar de la calle Castelló de Madrid como nuestro padre, compartimos algún profesor que lo había sido suyo, pero según ellos no dábamos la talla. Estudiábamos hasta el curso de ingreso (al bachillerato) en Oviedo, y después nos mandaban a vivir a Madrid, donde estudiamos el Bachillerato. Vivíamos en casa de unos tíos: él hermano de mi padre, Luis, y ella hermana de mi madre, María Luisa. No tuvieron hijos pero "les cayeron" encima diez sobrinos por partida doble, tuvimos el raro privilegio de tener unos segundos padres maravillosos. Cuando mi padre vio que tenía más hijos en Madrid que en Oviedo, decidió pedir el ingreso en el Ministerio de Obras Públicas, dejó la Diputación de Asturias y se vino a Madrid.

## LUIS SÁNCHEZ DEL RÍO FERNÁNDEZ DE MUNIAIN

Inicialmente "a pie de obra", pero siempre en obras marítimas. Canarias y Bilbao fueron sus destinos principales, posteriormente le nombraron director de la División de Obras Marítimas de INTECSA (Internacional de Ingeniería y Estudios Técnicos), empresa filial de DRAGADOS, hasta que la empresa matriz vendió su participación en la misma y regresó a Dragados siempre relacionado con el estudio de obras marítimas. En los últimos años fue nombrado coordinador de las mismas.

Formó parte de una serie de ingenieros extraordinariamente competentes en el ámbito de las Obras Marítimas que la empresa DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES tenía en su nómina. Nombres como Victoriano Fernández Dupuy (fallecido), Emilio Alonso (fallecido), Ovidio Varela, y otros que no cito para no ser aburrido, fueron todo un referente en la Ingeniería de Obras Marítimas en España.

## ALFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO FERNÁNDEZ DE MUNIAIN

Se pasó toda su vida profesional "a pie de obra", pues fue la ejecución su verdadera pasión. Su carácter abierto y amable, a la vez que inconformista, pero disciplinado y muy exigente por su extraordinario rigor en todos los planteamientos profesionales, la defensa de sus subordinados, siempre promulgando el trabajo en equipo, incluso con las subcontratas; el conocimiento exhaustivo de sus obras, básico para obtener el mayor provecho técnico y económico de las obras, y el excelente trato que exhibió ante sus administraciones, pese a lo muy "peleón" y discutidor que a favor de la contrata le caracterizó, le convirtieron, en mi opinión, en uno de los mejores Jefes de Obra que ha tenido Dragados y Construcciones. Problemas de salud le "retiraron", a los 58 años, con enorme pesar, de lo que más disfrutaba tras su amplio desempeño profesional, primero como Auxiliar Técnico (siendo estudiante), luego como Jefe de Ejecución, 2º Jefe de Obra, Jefe de Obra y Jefe de Grupo de Obras, con la enorme satisfacción de que en ninguna de "sus obras" hubo nunca accidentes mortales, ni de gran gravedad, pues la Calidad y la Seguridad fueron para él absolutamente intrínsecas en la "obra bien hecha".

## FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ DEL RÍO FERNÁNDEZ DE MUNIAIN

Siempre preferí los números a la ejecución, aunque guardo muy buen recuerdo



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de mi estancia en las obras. Desde octubre de 1972 hasta abril de 1975 estuve en la División de Estructuras de INTECSA. A continuación, ya en DRAGADOS, formé parte de un Grupo Operativo muy singular dentro de la empresa: PROYECTOS ESPECIALES a las órdenes, entonces, de D. Jacinto Pellón. Las obras en ambiente marítimo realizadas con medios flotantes y la hinca de grandes pilotes Raymond fueron para mí todo un descubrimiento que me marcó para el resto de mi vida. La Ría de Huelva es un magnífico exponente de lo dicho.

Mi vida profesional se dedicó a las estructuras prefabricadas, normalmente puentes, en las que DRAGADOS fue pionera y que, incomprensiblemente, ha abandonado.

Abandonada la industria del prefabricado de hormigón para puentes, tuve que reciclarme hacia la ingeniería de obras marítimas, mi auténtica afición, donde el cálculo y la ejecución de los grandes cajones portuarios ocuparon el resto de mi vida profesional hasta que me ofrecieron la ocasión de prejubilarme y acepté. En realidad esta empresa en la que estaba no era, ni en espíritu ni en las formas, la que yo conocí cuando tenía 25 años, de esto hace 39 años.

NOTA 1 TRABAJOS PROFESIONALES DE D. CARLOS SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN

Independientemente de los trabajos profesionales para los Organismos de los que dependía en su servicio, desarrolló en el ejercicio libre de la profesión los siguientes trabajos:

ABASTECIMIENTO DE AGUAS AL PUEBLO DE ABLAÑA, Ayuntamiento de Mieres (Asturias).
ABASTECIMIENTO DE AGUAS AL PUEBLO DE LUGONES, Ayuntamiento de Siero (Asturias).
ABASTECIMIENTO DE AGUAS AL PUEBLO DE CARBAYÍN, Ayuntamiento de Siero (Asturias).
AMPLIACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUAS A MOREDA Y OTROS PUEBLOS DEL CONCEJO, Ayuntamiento de Aller (Asturias).
ABASTECIMIENTO DE AGUAS A GRADO Y 17 PUEBLOS DEL CONCEJO, Ayuntamiento de Grado (Asturias).
ABASTECIMIENTO DE AGUAS AL PUEBLO DE JOÉCARA, (Asturias).
PUENTE SOBRE EL RÍO NALÓN, en Sama de Langreo (Asturias).
NUEVA CARRETERA DE ENLACE OVIEDO-LANGREO, Ayuntamiento de Oviedo.
VARIANTE DE ENTRADA EN OVIEDO DE LA CARRETERA DE GIJÓN, Ayuntamiento de Oviedo.
PUENTE SOBRE EL RÍO ALLER, Hullera Española (Asturias).
TOLVAS DE MINERAL para la Sociedad Metalúrgica Duro-Felguera.
INFRAESTRUCTURA HORNOS DE COCK, TORRES DE CARBONES Y VARIOS EDIFICIOS para Fábrica de Mieres, S.A.
EDIFICIO INDUSTRIAL para Talleres MACSA, en Oviedo.
ESTRUCTURA DEL EDIFICIO DE HOTEL Y CORREOS DE 20 PLANTAS para el Ayuntamiento de Oviedo.
ESTRUCTURA DE LOS CINES FILARMÓNICA Y AYALA en Oviedo.
NUMEROSAS ESTRUCTURAS PARA EDIFICIOS Y MERCADOS en Oviedo y su provincia.
PROYECTO DE DÁRSENA DE ARMAMENTO Y EXPLANADA DE SERVICIO EN ZONA DEL PUERTO DE GIJÓN-MUSEL para Juliana, S.A.
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO PARA CENTRAL TÉRMICA de Lada (Langreo), para la Compañía Eléctrica de Langreo.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

NOTA 2 TRABAJOS PROFESIONALES DE D. LUIS SÁNCHEZ DEL RÍO FERNÁNDEZ DE MUNIAIN

Persiguió y al final consiguió hacer realidad su sueño de ver construido un "Dique Vertical " en el Cantábrico: Construcción de la AMPLIACIÓN DEL PUERTO DEL MUSEL (Gijón) y que en su cargo de representante de Dragados en el Comité de Gerencia de la UTE Dique Torres, formada por las empresas: FCC, Sato, Alvar González, Dragados y Drace,(esta última filial de Dragados), tuvo que levantar la moral de las empresas para que creyeran en lo que tanto dudaban que íbamos a conseguir y que así fue. Algunos se lo comentaron el día de la inauguración de la obra. Como colofón, también participó en la construcción del Dique más grandioso que se haya construido (yo creo que a nivel mundial), el DIQUE DE PUNTA LANGOSTEIRA, es decir la construcción del PUERTO EXTERIOR DE LA CORUÑA, obra faraónica de alto riesgo, pues nos encontramos con una situación en el Atlántico Norte donde, con perdón de la palabra, la Mar nos da "h... por todas partes menos de tierra", y todos los que conocen la zona saben lo que digo; ya se ha llegado al punto final del Dique y en la campaña de este año espero que el Dique quede totalmente terminado en su estructura defensiva.

NOTA 3 TRABAJOS PROFESIONALES DE D. ALFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO FERNÁNDEZ DE MUNIAIN

Las obras más significativas en las que de forma activa y completa ha participado a lo largo de 34 años, han sido (por orden cronológico de terminación) como Jefe de Obra o similar:

PUENTE DEL SALADO (FFCC - Estructura metálica), provincia de Jaén (1972).
AUTOPISTA DEL "MARE NOSTRUM", provincias de Tarragona, Alicante y Valencia (1977).
REMODELACIÓN "ESTADIO BENITO VILLAMARÍN" (Mundial Fútbol 1982), Sevilla (1981).
FERROCARRIL "CÓRDOBA-VALCHILLÓN" (Obra ferroviaria completa), provincia de Córdoba (1983).
CIRCUITO AUTOMOVILÍSTICO DE JEREZ (Especial de Carreteras para F-1 y Motos), Cádiz (1986).
PUENTE DEL CENTENARIO (Estructura "Atirantada" y "Mixta Hormigón-Acero"), Sevilla (1991).
PRESA DE VADOMOJÓN (Materiales Sueltos), provincias de Jaén y Córdoba (1996).

Además, con participación temporal pero también de forma activa, he de considerar las siguientes obras, entre las restantes, por su relevancia:

METRO DE SEVILLA (Obra Subterránea y otros), Sevilla (1984).
FERROCARRIL "ALMODÓVAR-PALMA DEL RÍO" (Anticipo del "Ave "), provincia de Córdoba (1988).
TRASVASE "GUADIARO-MAJACEITE" (Obra Subterránea e hidráulica, final), provincia de Cádiz (1998).
PRESA DEL ANDÉVALO (Materiales Sueltos, primera fase), provincia de Huelva (2002).



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

81e ANNEE
N° 3537

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES TECHNIQUES

*PARAISSANT LE 1er ET LE 15 DE CHAQUE MOIS*

TOME 138
N° 7

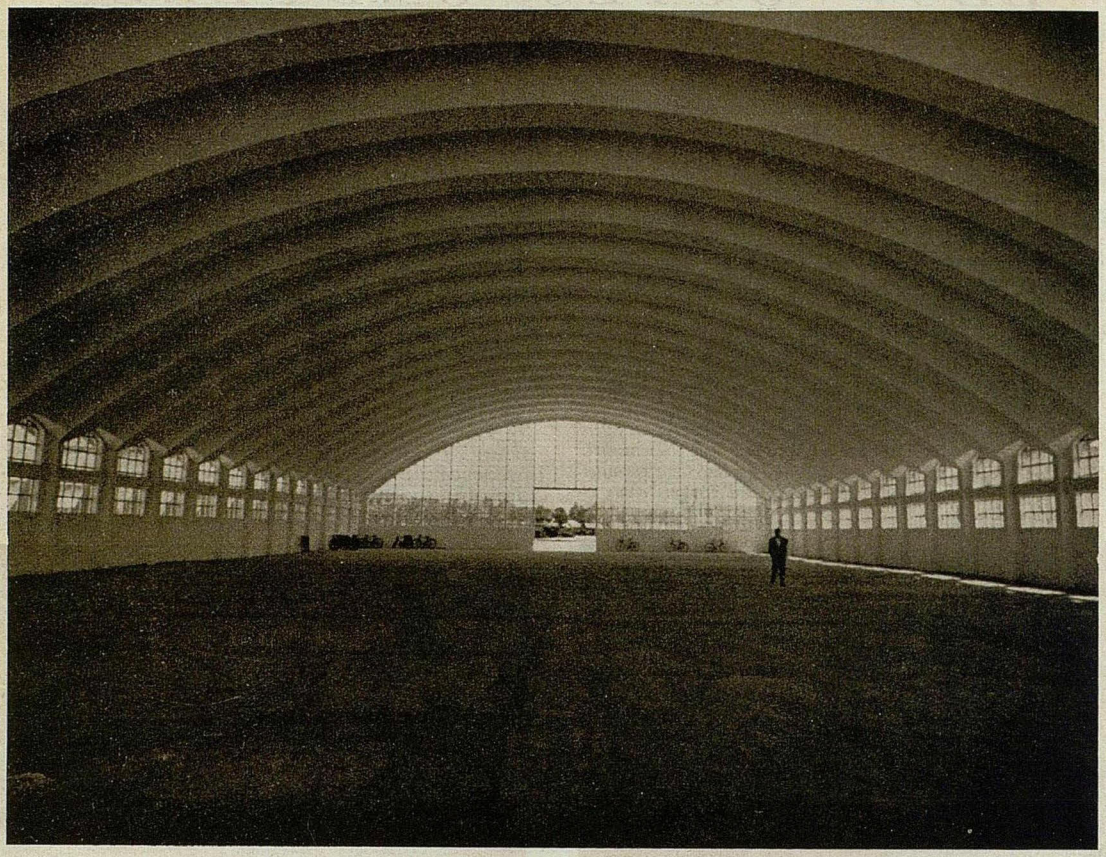


FIG. 1. — LES VOUTES ONDULÉES, SYSTÈME SANCHEZ DEL RIO.

*Voûte ondulée de 30 m de portée et 75 m de longueur construite avec des ondes de 3 m de largeur pour la Société de fibres artificielles F.E.F.A.S.A. à Miranda de Ebro (Province de Burgos).*

## SOMMAIRE DU NUMÉRO DU 1er AVRIL 1961

CONSTRUCTIONS CIVILES. — **Les voûtes ondulées, système Sanchez Del Rio,** par Sanchez DEL RIO DE PISON, p. 150.

SCIENCE INDUSTRIELLE. — **La normalisation en face du progrès technique en France et dans le Monde,** par Pierre SALMON, p. 156.

SCIENCES. — **Le problème de l'éther** par Henri MALET, p. 159.

VARIETES. — Le nouveau pont à câbles obliques sur le Rhin à Dusseldorf, p. 164. — Le four à ciment le plus puissant du monde (Alhandra, Portugal), par A. NEVEU, p. 166. — Greffage pontage de l'allylcellulose par les monomères vinyliques, par M. LAGACHE, M. CHATEAU et M. J. POMEY, p. 167.

*DOCUMENTATION.* — COMPTES RENDUS DES SÉANCES DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES, p. 168. — REVUE DES PUBLICATIONS TECHNIQUES, p. 171. — ANALYSE DES OUVRAGES REÇUS, p. 172.

*CHRONIQUE (pages des annonces).* — ECHOS ET NOUVELLES, p. 4. — INFORMATIONS, p. 6 à 26. — AGENDA, p. 30.

**ADMINISTRATION - REDACTION - PUBLICITE**
5, RUE JULES LEFEBVRE, PARIS, 9e
Tél. : TRI 46-38 - C.C.P. PARIS 365-21 - R.C. Seine 57 B 17 518
**Le numéro : 3 NF. — Abonnement annuel :**
France et Union Française : 50 NF. — Etranger : 70 NF.

DIRECTEUR-REDACTEUR EN CHEF : Jacques DUMAS, Ingénieur E.S.E. • SECRETAIRE GENERAL DE LA REDACTION : Roger PAPAULT, Licencié ès Sciences • CHEF DES ABONNEMENTS : René BARDON • CHEF DE LA PUBLICITE : Maurice CHEVALLIER

# PUBLICACIONES DE ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO

1928 Artículo "El cuarto depósito de aguas de Oviedo". *Revista de Obras Públicas*, 1928, 76, tomo I (2506): 269-272.

1930 Artículo "El cuarto depósito de aguas de Oviedo y algunas consideraciones más". *Revista de Obras Públicas*, 1930, 78 tomo I (2544): 99-102.

1930 Artículo "El cuarto depósito de aguas de Madrid". *Revista de Obras Públicas*, 1930, 78, tomo I (2546): 139-145.

1930 Artículo "El cuarto depósito de aguas de Madrid". *Revista de Obras Públicas*, 1930, 78, tomo I (2550): 277-287.

1931 Artículo "Un paraguas de hormigón armado en Oviedo, o el ojo clínico del ingeniero". *Revista de Obras Públicas*, 1931, 79, tomo I (2578): 302-305.

1936 Artículo "El empleo de articulaciones y rodillos de fibrocemento". *Revista de Obras Públicas*, 1936, 84, tomo I (2693): 190-193. También publicado en *Cemento y Hormigón*.

1942 "El hormigón armado en las construcciones públicas urbanas", en *Urbanismo: conferencias pronunciadas en el Instituto de Ingenieros Civiles de España*, 1942, editado en Madrid por la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

1951 Artículo "El taller de montaje del I.N.T.A. en Torrejón de Ardoz". *Revista de Obras Públicas*, 1951, 99, tomo I (2829): 10-19. Con CARLOS FERNÁNDEZ CASADO.

1951 Artículo "El taller de montaje del I.N.T.A. en Torrejón de Ardoz". *Revista de Obras Públicas*, 1951, 99, tomo I (2830): 55-61. Con CARLOS FERNÁNDEZ CASADO.

1954 Artículo "El puente de Santo Domingo de la Calzada". *Revista de Obras Públicas*, 1954, 102, tomo I (2865): 1-10. Con VICENTE ROGLÁ ALTET.

1956 "La construcción de grandes bóvedas por el sistema de dovelas-onda". Comunicación presentada a la Asociación Portuguesa para el progreso de las Ciencias, en el XXIII Congreso Luso-Español celebrado en Coimbra. Actas publicadas en 1957.

1957 Artículo "La construcción de grandes bóvedas por el sistema de dovelas-onda". *Revista de Obras Públicas*, 1957, 105, tomo I (2905): 205-216.

1957 Artículo "El barrio ondulado FEFASA". *Cemento y Hormigón*, julio 1957, nº 280.

1959 "Estructuras laminares cerámicas. La importancia de las formas en bóvedas que pueden sobrepasar los 200 m de luz". Comunicación presentada en el Coloquio Internacional sobre Métodos Constructivos de Bóvedas Delgadas organizado por el I.T.C.C. Madrid 1959. Publicada en *Informes de la Construcción*, 1960, nº 119.

1960 Artículo "Sur l'importance des formes dans la construction de grandes voûtes pouvant surpasser les 200 m de portée". Boletín nº 9 de la International Association for Shell Structures (IASS).

1961 Artículo "Estructuras laminares cerámicas. La importancia de las formas en bóvedas que pueden sobrepasar los 200 m de luz". *Construcciones*, enero-febrero 1961, nº 170.

1961 Artículo "Constructions Civiles. Les voûtes ondulées, système Sanchez Del Rio". *Le Génie Civil*, abril 1961, tomo 138, nº 7.

1962 "Corrugated reinforced ceramic shells for larger spans". Comunicación presentada en la World Conference on Shell Structures. San Francisco, 1962.

1966 Artículo "Mis relaciones profesionales y amistosas con Alfonso Peña y un recuerdo a D. Eugenio Ribera". *Cemento y Hormigón*, abril 1966, nº 385.

1967 Artículo "Un quiosco de música en Langreo (Asturias)". *Cemento y Hormigón*, septiembre 1967, nº 400.

1977 Artículo "Palacio de Deportes de Oviedo. España". *Informes de la Construcción*, 1977, nº 287.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

# El cuarto Depósito de aguas, de Oviedo

Hace un año aproximadamente se inauguró el tercer Depósito de aguas, proyectado por el que es-

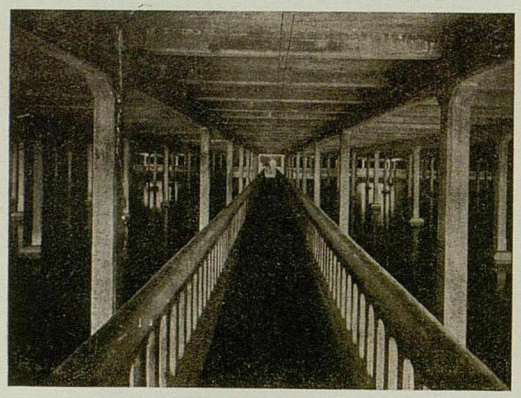


Fig. 1.ª Tercer Depósito de aguas. En el fondo, el segundo.

tas líneas escribe, para una capacidad de 15 000 m³. Las condiciones de su situación, adosado al segundo Depósito, construído en el año 1904 y precisamente por el querido maestro y gran ingeniero don Eugenio Ribera, hicieron pensar en la conveniencia de unir los dos Depósitos, para lo que bastó demoler el muro común del antiguo y obtener de este modo uno sólo, de cerca de 25 000 m³. En la fotografía que se acompaña se distinguen fácilmente los dos Depósitos unidos.

Aceptado este criterio, pareció lógico el respetar, salvo pequeñas modificaciones, toda la estructura del antiguo. Así es que el proyecto fué el clásico de muros de mampostería hidráulica para formar el vaso, con una cubierta de hormigón armado constituída por viguetas, vigas y pilares.

Se tuvo buen cuidado de darle más luz, haciéndole más alegre, por medio de grandes ventanales.

Las necesidades, cada vez más crecientes, de Oviedo y el desarrollo de la población en las zonas altas, hicieron ver la necesidad de construir un nuevo Depósito para el abastecimiento de dichas zonas.

Elegido el sitio, admirable por todos conceptos, en los altos de Buenavista, y sobre un pequeño montículo dominante de las dos vertientes de Oviedo y San Claudio, se procedió inmediatamente al estudio del cuarto Depósito, para una capacidad de 10 000 m³.

El mismo lugar y la gran visibilidad que habría de tener el nuevo Depósito, debido a su situación espléndida, fueron tal vez las primeras causas que hicieron pensar en la necesidad de estudiar un proyecto que armonizase con todo aquel ambiente singularmente bello y altivo, desafiante de los grandes

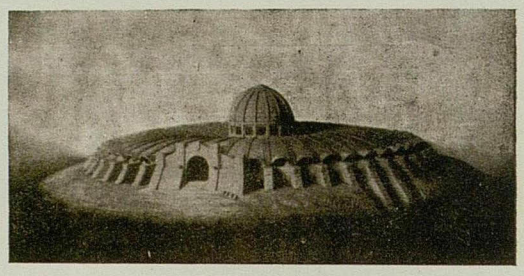


Fig. 2.ª Maqueta del cuarto Depósito de aguas para el abastecimiento de las zonas altas de Oviedo, actualmente en construcción.

macizos montañosos: la cordillera Cantábrica y montes del Aramo al Sur y el del Naranco al Norte.

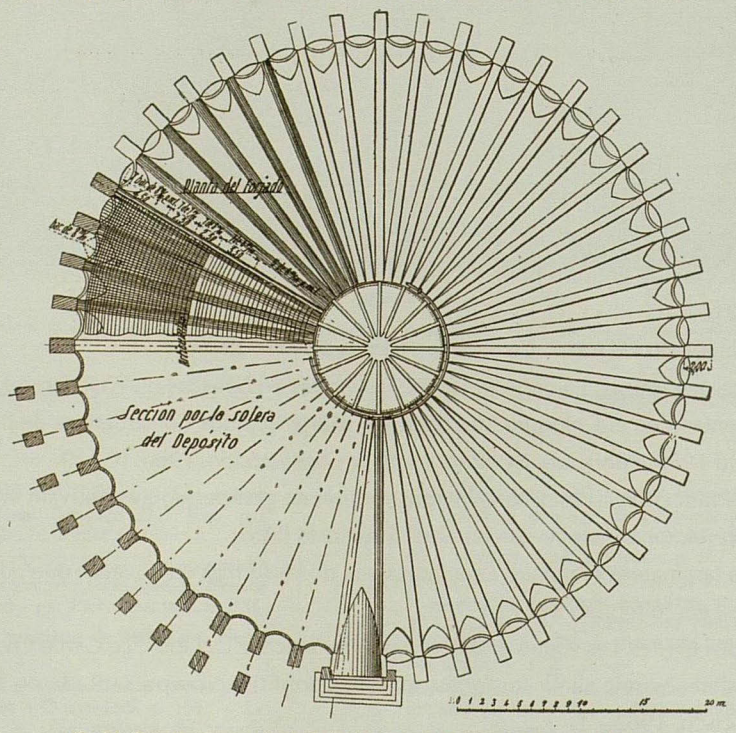



Fig. 3.ª Proyecto de cuarto Depósito circular para abastecimiento de aguas de Oviedo.

Y el proyecto nació, después de muchos tanteos comparativos, en los que, abandonando radicalmen-



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

te las formas corrientes, por considerarlas menos racionales, menos constructivas y menos bellas, se aceptó la solución que se encontró como la más lógica para un Depósito de aguas de la capacidad fijada. En todo momento se tuvo presente el requisito que debe ser indispensable en toda obra arquitectónica—toda obra de ingeniería debe ser arquitectónica—: la de dar impresión de realidad y verdad; porque las obras han de proyectarse única y exclusivamente para lo que son, y deben dar sensación clara de su destino.

Es suficiente examinar brevemente los planos para comprender inmediatamente las razones que han motivado la adopción de cada forma o estructura. Por esto, se ha optado en este artículo por dar preferencia a los planos. La prosa debe tener la alta virtud de sujetar al lector, para lo cual el único procedimiento infalible es que sea corta, y el más eficaz y radical el de suprimirla...

Y solamente a título de aclaración o explicación se dirá:

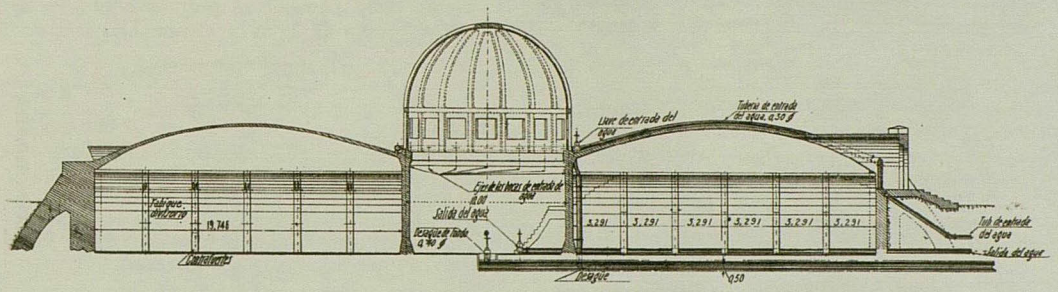



Fig. 4.ª Corte diametral del Depósito.

Que la forma circular se aceptó por razones de economía.

Que la cámara de llaves se proyectó en el centro porque, al tener forma cilíndrica, podía construirse económicamente, por resistir en perfectas condiciones la presión del agua; disminuía la luz de los arcos, que quedaban reducidos a 20 metros, y ofrecía

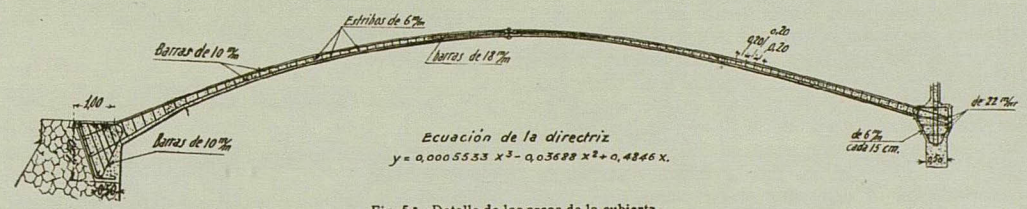



Fig. 5.ª Detalle de los arcos de la cubierta.

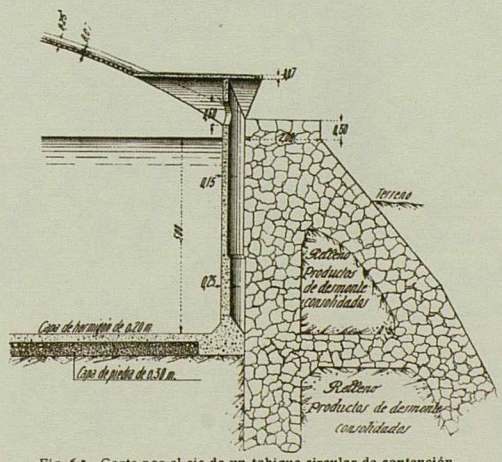



Fig. 6.ª Corte por el eje de un tabique circular de contención.

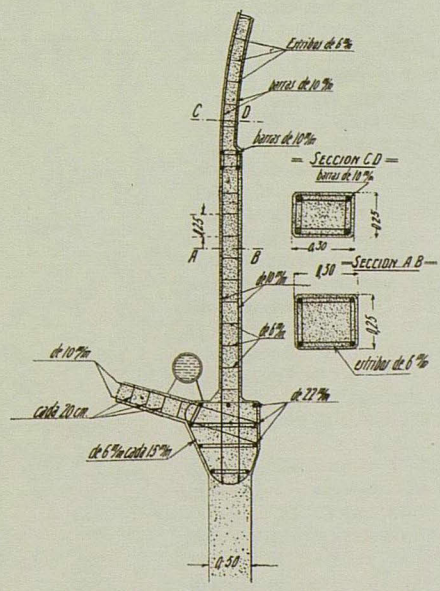



Fig. 7.ª Sección del tabique del recinto circular y arranque de la cúpula.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

en su parte superior un anillo central resistente, en condiciones sumamente favorables para soportar los empujes de los cuarenta y ocho arcos que forman la

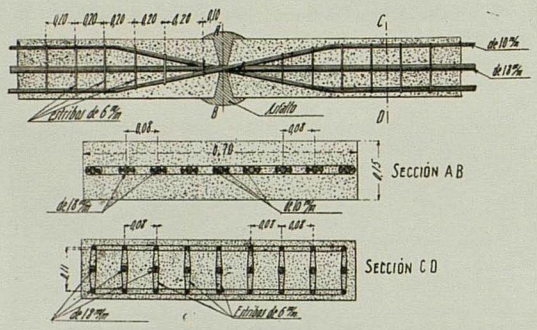



Fig. 8.ª Detalle de la articulación en la clave y cortes por *AB* y *CD*.

cubierta. Por otra parte, la cámara de llaves, de 10 metros de diámetro, por estar emplazada en el centro, restaba un volumen pequeño de agua al vaso del Depósito.

Que a los arcos, en número de cuarenta y ocho, múltiplo de seis, para mayor facilidad en el replanteo de los correspondientes contrafuertes, se les dió un ancho de 70 cm, porque precisamente la suma total de todos estos anchos resultaba el perímetro del anillo central resistente, y su mayor separación sobre los contrafuertes, de 2,70 m, fácilmente de cubrir con un ligero forjado.

Que a los arcos se les dió la forma matemática correspondiente al funicular de los pesos que sobre ellos gravitan, siendo su fibra media una parábola de tercer grado, teniendo en la clave un espesor de 15 cm y 20 cm en los arranques. Todos los arcos se articulan en la clave, con el objeto de mejor centrar y fijar la curva de presiones ante las variaciones de temperatura.

Que el forjado que cubre los espacios entre los arcos se dispuso colgado de aquéllos con el objeto de que, al resultar la superficie interior completamente lisa, con una sencilla y manejable cimbra giratoria se construyese toda la cubierta, evitando los enojosos encofrados, antieconómicos y anticonstructivos. Se comprenderá la gran ventaja de esta disposición, ya que con una ínfima cantidad de madera y una mano de obra reducidísima se conseguía la ejecución de la cubierta.

Que los arcos se apoyan en sus correspondientes contrafuertes de mampostería hidráulica, aligerados, con formas estudiadas, con el objeto de encerrar en buenas condiciones la curva de presiones. La roca caliza del cretáceo se encontró en profundidades oscilantes, por debajo de la solera del Depósito, de 3 a 6 metros.

Que la forma más económica y racional de tapar los huecos entre los contrafuertes para soportar la carga de agua de 5 m fué obtenida por unos tabiques cilíndricos de hormigón en masa, de 15 cm de espesor en la parte superior y 25 en la inferior. El perfil de estas bóvedas resultó, teniendo en cuenta la escala, muy parecido al propuesto por Peña en su presa bóveda de 56 m de altura. La construcción

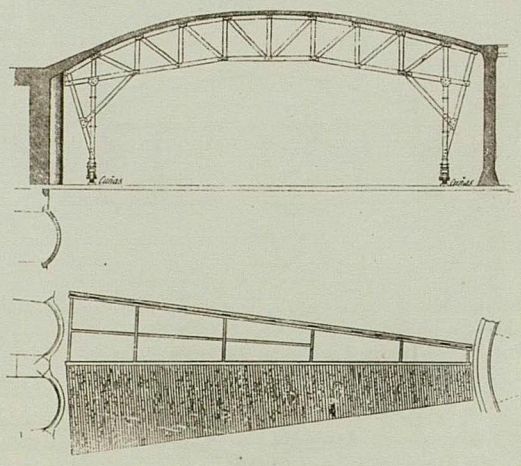


Fig. 9.ª Alzado y planta de la cimbra giratoria

de estos tabiques se hace fácilmente empleando moldes corredizos.

Que el tabique diametral, para dividir el Depósito

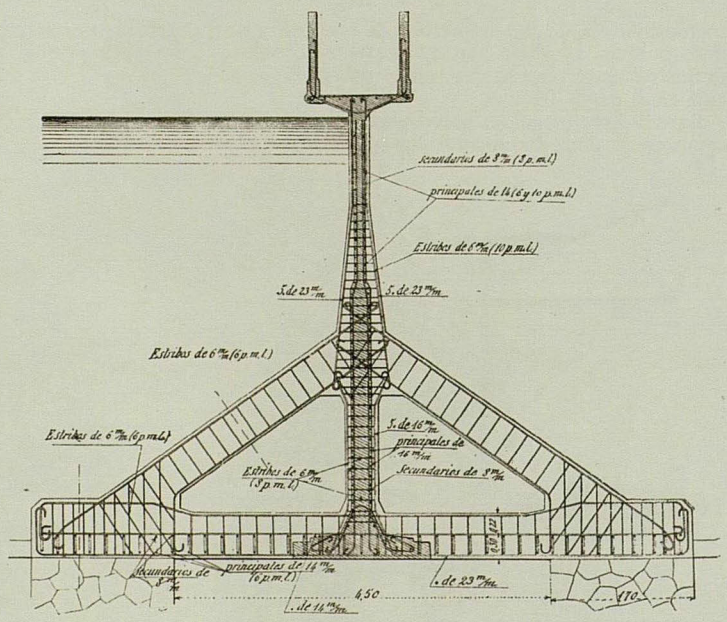



Fig. 10. Pantalla divisoria. Corte por un contrafuerte.

en dos departamentos independientes, se proyectó de hormigón armado, por resultar la solución más económica y elegante. Se observará en los planos la



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

disposición adoptada para descender a la cámara de llaves.

Que la ventilación e iluminación se consigue por cuarenta y ocho ventanas elípticas, que aseguran una buena aireación, y defendidas por viseras contra las aguas de lluvia que resbalen por la cubierta del Depósito.

Que el agua entra en el Depósito por la cubierta en forma de abanico alrededor de la cámara de llaves, mediante unas bocas aplastadas, con el objeto de obtener un buen batido de la misma.

Que dada la cota de agua de 5 m no es de temer la elevación de temperatura de la masa líquida, que estará en constante movimiento, con una buena ventilación y removida por la especial disposición de entrada del agua. Por otra parte, los tonos claros con que será pintada la cubierta del Depósito reflejarán, sin absorber, los rayos del sol. No obstante esto, todos los elementos resistentes han sido proyectados para el caso de ser necesaria una capa de tierra de 20 cm.

Que respecto a la cuestión económica, el resultado no pudo ser más lisonjero. El presupuesto de subasta fué de 405 000 pesetas. El del Depósito rectangular clásico, redactado minuciosamente para el estudio comparativo, con muros de mampostería y cubierta de hormigón armado, con vigas, viguetas y columnas para la misma capacidad, igual altura de agua e idénticos precios unitarios, fué de 599 000 pesetas.

Por consiguiente, las 200 000 pesetas de diferencia suponen la notable economía de una tercera parte sobre el presupuesto del Depósito de formas corrientes.

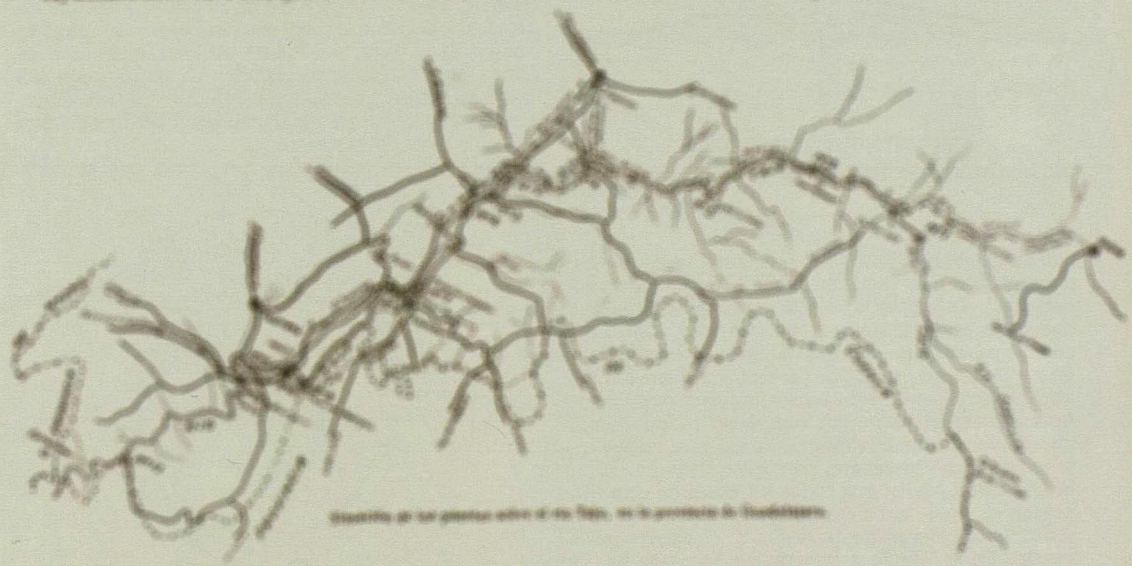
Y nada más por hoy, que se da por terminada la reseña de esta obra, que modestamente se ofrece a la consideración del inteligente y benévolo lector.

I. SÁNCHEZ DEL RÍO
Ingeniero de Caminos

# Puentes sobre el Tajo

VI

## Provincia de Guadalajara [1]

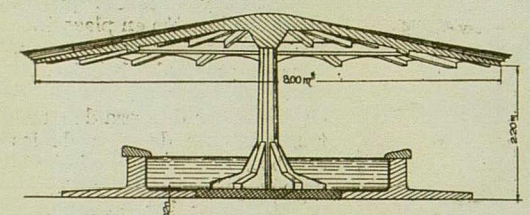




FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

# Un paraguas de hormigón armado en Oviedo, o el ojo clínico del ingeniero

Presiento el gesto indefinido del lector ante el desconcertante título de este artículo, que inevitablemente le llevará al recuerdo de la efigie de Muñoz Seca... Ya sé que el título se las trae; pero también puedo afirmar en descargo de mi conciencia que está puesto con toda honradez, y que, a diferencia de los

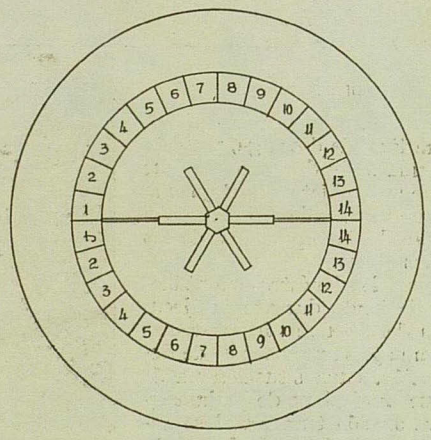



Corte y proyección vertical

que acostumbra a usar el regocijante autor, no hay otro que con más precisión indique lo que va a venir después... Indulgencia, lector; indulgencia para lo que va a venir después..., ya que sólo a título de ameno pasatiempo escribimos este artículo para la REVISTA. Porque somos de parecer (conviene dar una explicación) que en este mundo no es preciso tomar las cosas tan en serio, por considerar muy saludable que de vez en cuando dejemos a nuestro ánimo que se expansione libremente, para que pueda buscar, en la frivolidad oculta que todas las cosas de esta vida poseen en grado suficiente, un momento de goce espiritual, tan necesario para él. Y el tiempo no se pierde. De lo frívolo a lo serio no hay más que un paso, y como el ingenio no está reñido con lo primero, resulta que a veces se desprenden sabrosas enseñanzas. Esta obrita, ligera, pero tratada con el mimo singular que requiere todo lo frívolo, pone de manifiesto con maravillosa claridad la admirable docilidad constructiva del hormigón armado.

Es, por lo tanto, este trabajo como un ejercicio práctico que podría ponerse a los alumnos de la Escuela para familiarizarse con el hormigón armado y para ir formando lo que podría llamarse *el ojo clínico del ingeniero*, al cual ojo le damos tal importancia que todo proyectista debe poseerlo en cantidad suficiente para que de golpe y con poco error pueda fijar las dimensiones de los elementos estructurales que luego el cálculo comprobatorio precisaría. Ya sé que en esta materia estamos completamente de acuerdo con nuestra Escuela, y que en las clases de trabajos gráficos es esto, en gran parte, lo que se pretende inculcar a los alumnos, preparándoles para este adiestramiento de la vista, y de tanta utilidad, que hasta me atrevería a proponer la creación de una sección con un gran letrero, para que no dejase lugar a dudas acerca del objeto de los ejercicios, que dijese: *Clase del ojo clínico del ingeniero.*

Recibimos el encargo de proyectar una cubierta



Planta

para la creación de un pequeño mercado, destinado exclusivamente a la venta de leche, que resguardase a las lecheras y al marfileño líquido del agua que por estas tierras con tanta prodigalidad nos cae del cielo. No quería nuestro alcalde que sucediese a las leche-

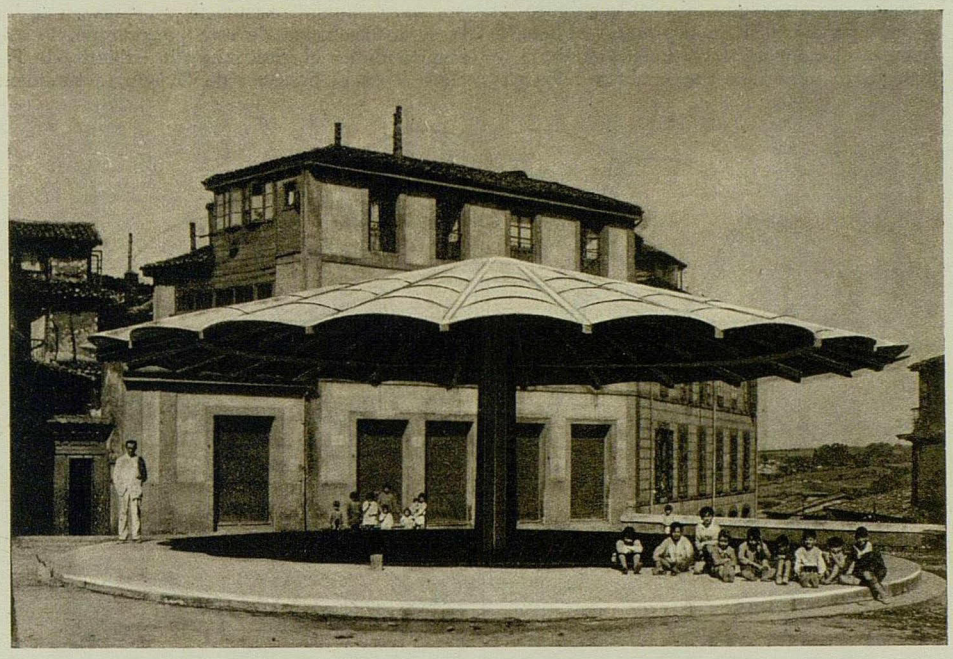


FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ras lo que a cierto tabernero bilbaíno, al que un conocido gobernador impúsole fuerte multa por vender agua contaminada...

vinimos que lo más apropiado para tapar a las lecheras era un paraguas...

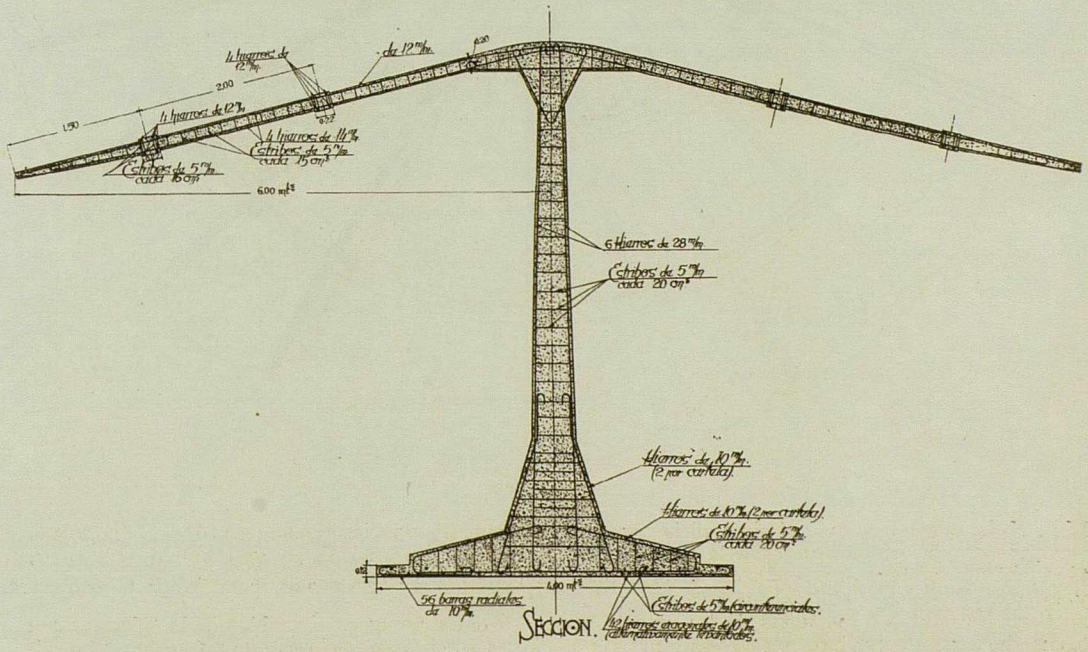
Y ahí está el paraguas. ¡El paraguas mayor del



Vista general

Como no se disponía más que de cuatro mil pesetas para tales fines, empezamos a estudiar a fondo tan

mundo!... y a precio sin competencia. Ya podemos estar tranquilos. Estamos a tono con estos tiempos




trascendental problema, con el natural optimismo alentador que siempre nos acompaña, y por fin con-

de la fiebre loca de batir *records* mundiales. Todos son buenos. ¡Qué más da que se trate de rascacielos, que



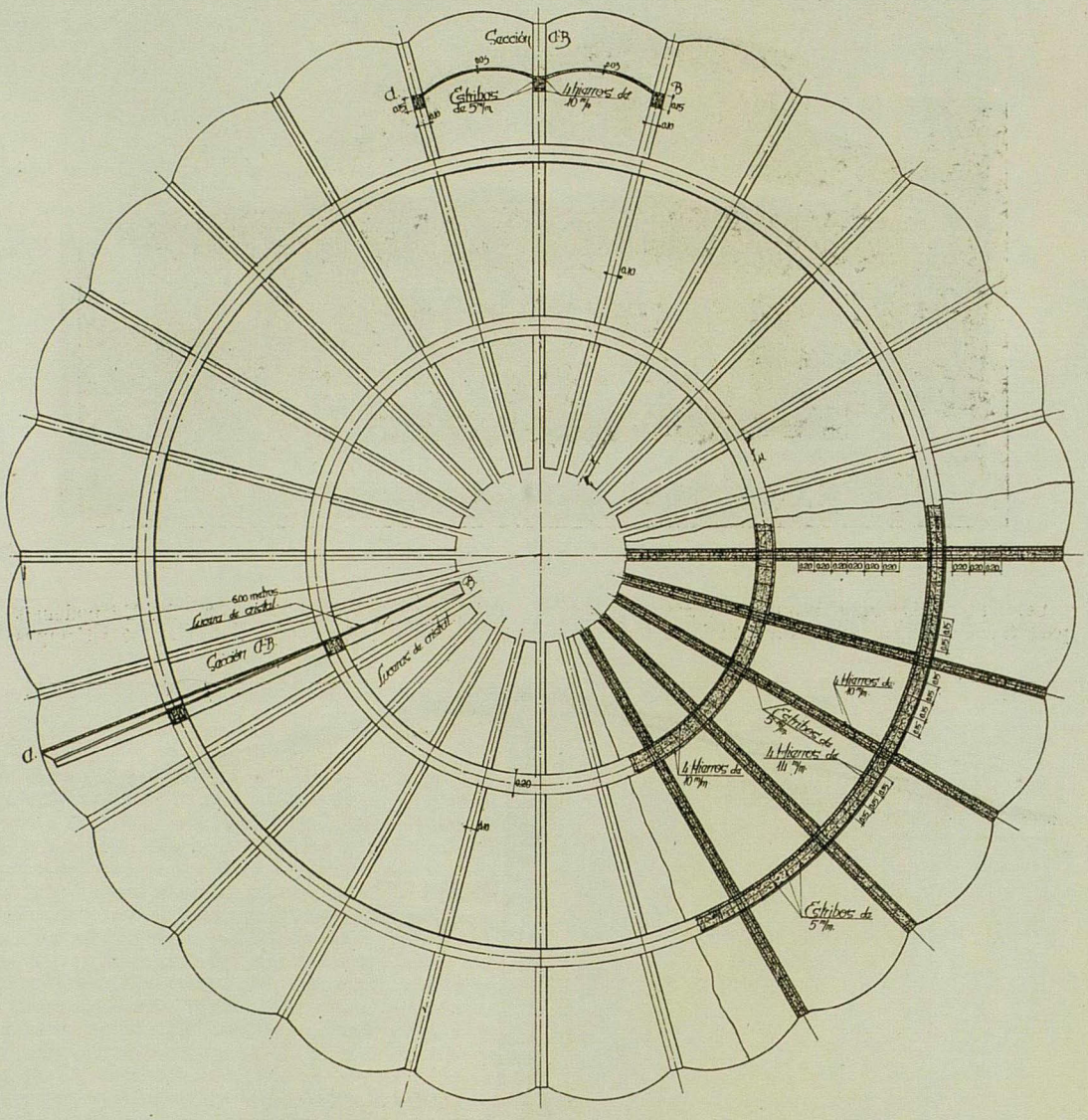
FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de puentes, que de paraguas... El caso es hacer algo MÁS GRANDE de lo que han hecho hasta la fecha nuestros semejantes. Ya cayó el *record* de los paraguas. ¿Nos pertenecerá por mucho tiempo? No lo sabemos. Todo dependerá de que algún fabricante súbdito de Maciá se sienta picado en su amor propio y se lance a la lucha para la reconquista del codiciado galardón, y pensando seguramente en los que se abren... (La palabra abrir la empleamos aquí sin malicia alguna.)

No vamos a hacer comentarios de la obra. Ahí están los planos y fotografías. Solamente advertiremos, y tal vez parecerá paradójico, que este paragüitas no tiene las varillas-tornapuntas de los auténticos, lo cual dió lugar a muy pintorescos comentarios, pues la gente aseguraba que tenía que cerrarse y que el viento tenía que volverlo...

La tela del paraguas es género catalán; son bovedillas de Uralita de un centímetro de espesor, material que se presta a un sin fin de aplicaciones. Este sistema original de cubierta, completamente racional, por su economía, resistencia y ligereza, que ha sido la seria enseñanza de este pasatiempo, lo estamos empleando en el gran mercado cubierto de Pola de Siero y en el *Stadium* de Oviedo, actualmente en construcción, gracias al cual resultó económicamente factible la ejecución de un gran voladizo de 15 m, sin apoyos intermedios, para cubrir la tribuna de preferencia.

Siendo el paraguas el símbolo de la cubierta, una de las muchas aplicaciones que puede tener tan lógica y cándida disposición es la de cubrir los pequeños lavaderos rurales (en un Ayuntamiento hay que




Planta de la cubierta



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

proyectar de todo), que se construyen ya circulares, puesto que ninguna razón existe para hacerlos rectangulares, que adolecen de los inconvenientes de la pérdida de espacios en las esquinas. Del centro del vaso emerge el paraguas protector. Véanse los dibujos, que son los correspondientes a un modelo de lavadero reglamentario en el concejo.

Como es natural, la obra se sometió a diferentes pruebas, llevando, además, en su haber la de dos años de existencia, durante los cuales ha soportado la violencia de varios vendavales. Aquéllas consistieron en colgar pesos de las extremidades de las varillas correspondientes a medio paraguas, siguiendo con dos flexímetros las deformaciones habidas. Esta prueba, como se comprenderá, es la más desfavorable para la estructura. Se colocaron primeramente sacos de 60 kg, con lo cual se obtuvieron flechas máximas positivas y negativas sensiblemente iguales con relación al diámetro de separación de la zona cargada. La flecha máxima fué de 5 mm. A continuación se puso un saco más por varilla, es decir, un peso de 120 kg. La flecha máxima obtenida resultó ser de 8,5 mm, perfectamente admisible. En todo momento pudo comprobarse el excelente estado elástico de la estructura, recobrando con oscilaciones de 0,5 mm su posición primitiva.

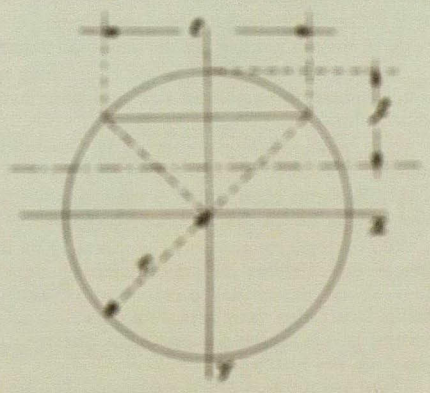
Esta prueba se dió por convincente, pues la acción del viento, dadas las condiciones del lugar de emplazamiento, nunca podría originar esfuerzos superiores a los de la prueba. Sin embargo, quisimos todavía someter el paraguas a un postrer suplicio, aún más refinado, que los agentes naturales difícilmente podrían conseguir: el de someter a fuerte torsión el pie. Bastó el esfuerzo de un hombre, ejerciendo una presión tangencial sobre el extremo de una varilla, procurando hábilmente acompasar sus movimientos con los de oscilación de la estructura, llegando a obtener desplazamientos circunferenciales de 30 mm en dichas extremidades, siendo perfectamente apreciable a simple vista *la torsión* del pie, pues siendo de 300 mm su diámetro en el cuello, un punto de su superficie en este lugar sufriría una oscilación

$$\frac{30 \times 150 - 0{,}75 \text{ mm}}{r = 600}$$

Esto confirma lo que desde luego todos estamos cansados de saber: el admirable comportamiento elástico del hormigón armado; aunque sí, rara vez, puesto de manifiesto y *visto* tan palpablemente como en el caso presente. Ver para creer...

I. SÁNCHEZ DEL RÍO
Ingeniero de Caminos

# Determinación del momento de inercia de una sección circular maciza de hormigón armado





FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

[illegible]

# El empleo de articulaciones y rodillos de fibrocemento

He dado a conocer y cantado las excelencias del fibrocemento en cuanto a determinadas aplicaciones que han tenido rotunda confirmación práctica, en las que por las singulares propiedades de ese material, sumamente apto para la obtención de láminas de fácil curvatura, ofrecía, al proyectista, un elemento auxiliar ideal para obtener cubiertas ligeras, seguras e impermeables, y, sobre todo, económicas, muy indicadas para realizar grandes superficies voladas. De todos conocidos son nuestras aplicaciones de este sistema en los grandes vuelos de la tribuna del Estadio de Oviedo y del Mercado de Pola de Siero.

Pero percatado de las particularidades excepcionales de dicho material, de elevadísima resistencia a la compresión y tracción, que alcanza cifras de 1 200 kilogramos por centímetro cuadrado y 170 kilogramos por centímetro cuadrado, respectivamente, conforme ensayos realizados en el Laboratorio de la Escuela de Caminos, y a las que se unía otra condición sumamente interesante, de no ser un material quebradizo, sino que presentaba unas señaladísimas aptitudes elásticas, acaricié inmediatamente la idea de aprovechar toda esa serie de propiedades favorables para realizar las articulaciones de un puente de 80 m. de luz con articulación única en la clave, cuyo proyecto, en el año de 1929, y para salvar el río Nalón, me fué encargado.

Mi querido maestro D. Eugenio Ribera, con esa benevolencia con que trata siempre mis modestos trabajos, me honró, publicando en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS (número 1, enero de 1931) y en su libro de Puentes, unos juicios críticos acerca de estas obras y proyectos, que nunca agradeceré bastante. En ellos me vaticinaba unos felices resultados por el empleo de mis articulaciones de fibrocemento.

En la página 157 del IV tomo de su libro de Puentes, describe este sistema de articulación, en sus dos soluciones, consistentes ambas en aprovechar las ventajas indiscutibles que presenta la fabricación del fibrocemento en tubos para presiones internas de agua (patente Uralita en España).

Como se comprueba por las figuras 1.ª y 2.ª, el fibrocemento trabaja "del modo más favorable por *presiones radiales*, es decir, comprimiendo las capas elementales concéntricas que integran el tubo del mismo modo que cuando su fabricación". Y a esto añadía, tan querido maestro, refiriéndose a estas articulaciones lo siguiente:

*a)* Que su material, a base de cemento y amianto, es de la misma calidad que el resto del puente.

*b)* Suprime la oxidación de las rótulas metálicas admitiendo como éstas un perfecto pero más inalterable pulimento.

*c)* Una notable y comprobada flexibilidad muy superior a la del hormigón.

*d)* Ser más económicas y más fácilmente colocables que las de los demás tipos.

No tuve suerte por aquel entonces. Mis deseos de aplicar este sistema de articulación en aquel puente de 80 m. de luz, con tanto entusiasmo concebido, quedaron frustrados, por falta de recursos, ¡razón suprema por la que tantísimos proyectos duermen el eterno sueño de los justos!

Han pasado seis años, y en este largo período, no tuve ocasión propicia de convertir en realidad esas



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

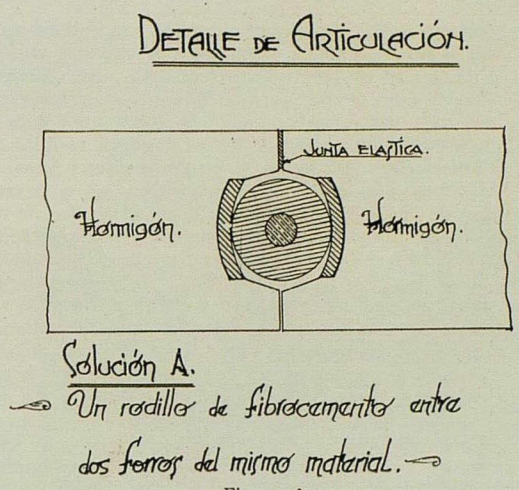



Figura 1.ª

ideas. Perduró, no obstante, el firme convencimiento de la bondad del sistema.

Pero como en este mundo todo llega, llegó la esperada ocasión de poner a prueba esta nueva aplicación del fibrocemento, pero no en forma de articulación de puentes, sino en otra similar de igual interés técnico: en el de apoyos de libre sustentación para puentes, en este caso para un trozo de acueducto.

Fuí encargado de proyectar la reconstrucción de un trozo de acueducto destruído por una violenta crecida del río Pigüeña. La longitud de dicho trozo era de 70 m.

La falta completa de juntas en el acueducto primitivo, de 300 m. de longitud, se traducía en unos crecidos movimientos en las cabezas, que originaban unas importantes pérdidas de agua. Dicho acueducto está integrado por una serie de palizadas de hormigón armado, distanciadas 5 m. y arriostradas longitudinalmente por unas vigas que soportan el acueducto, de sección en U, con tirantes transversales para evitar que se abriesen sus paredes.

Se vió inmediatamente la conveniencia de crear las juntas al ejecutar la reconstrucción del trozo averiado. Bastaba para lo cual independizar el nuevo tramo, situado aproximadamente hacia la mitad del acueducto. Como la zona de su emplazamiento ofrecía grandes peligros de ataque y erosión ante una nueva crecida del río, decidimos crear fuertes pilastras cimentadas en terreno firme. Dada la profundidad a que éste se encontraba, no era económico prodigar el

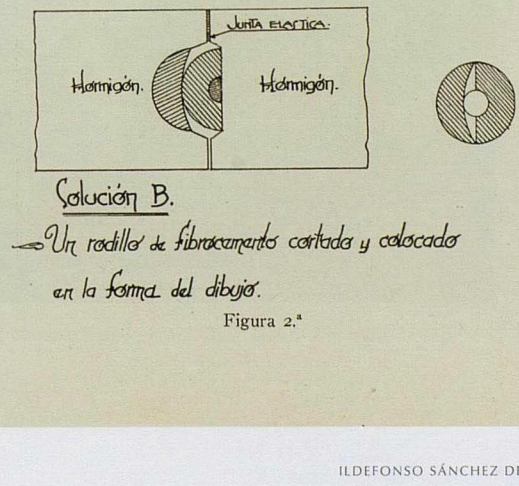



Figura 2.ª

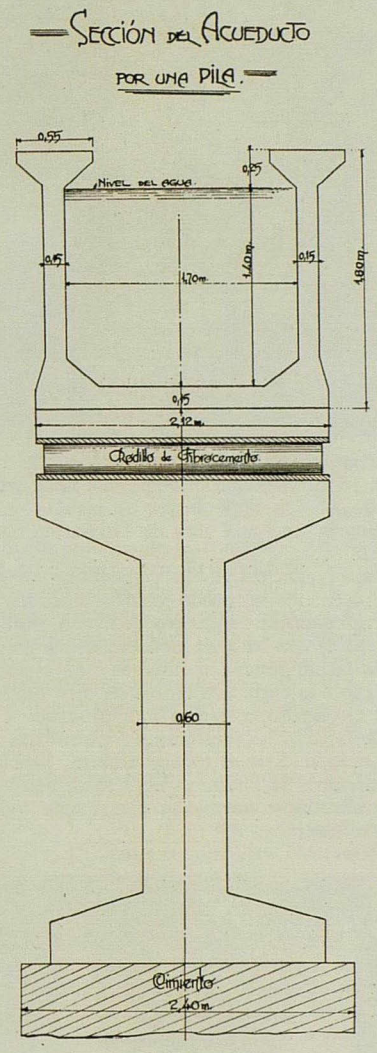



Figura 3.ª

número de apoyos, y después de varios tanteos fijamos en tres el número de tramos iguales, con lo que la luz resultaba aproximadamente de 23 m.

Como consecuencia de lo expuesto, se proyectó el tramo totalmente independiente, y por su longitud no despreciable de 70 m., se estimó conveniente construirle sobre apoyos que no coaccionasen su libre dilatación. El lector habrá comprendido que nuevamente se presentaba la ocasión de poner en práctica mi sistema, ya que el único procedimiento eficaz que existe para dejar en libertad los tramos rectos es hacerlos



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

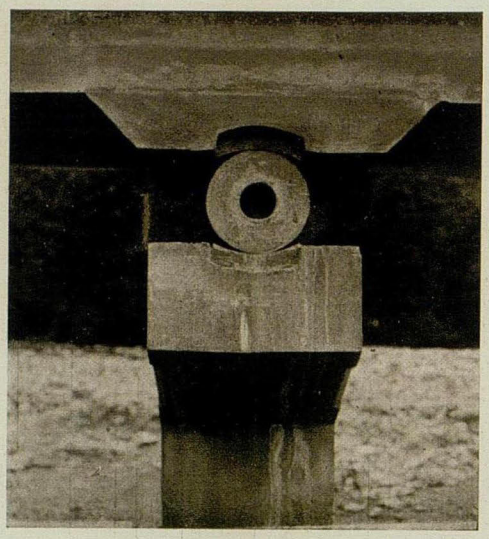


Fig. 4.ª — Frente de una rótula.

descansar sobre un sistema metálico de rodillos y rótula (el corrientemente empleado, nada sencillo por cierto), poco en armonía por su aspecto de pieza de maquinaria, con una obra de fábrica de opuesta naturaleza.

La solución concebida y realizada por elementos de fibrocemento no puede ser más sencilla y racional. Es, evidentemente, el huevo de Colón. Ahí están las fotografías con toda su elocuencia, que no requieren aclaración ninguna. Un tubo de gran espesor de pared, colocado entre dos trozos de otro tubo de fibrocemento cortado en trozos longitudinales, con el objeto de repartir las presiones y transmitirlas a la masa de hormigón. Este es todo el sistema. Sencillo, eficaz y económico. Su puesta en obra facilísima y las pruebas realizadas confirmaron plenamente todo cuanto de él se esperaba.

Datos: ahí van unos cuantos:

| | |
|---|---|
| Diámetro exterior de rodillos o tubos | 30 cm. |
| Diámetro interior | 10 " |
| Diámetro interior del tubo de forros de apoyo | 50 " |
| Espesor de los forros | 5 " |
| Longitudes de rodillos y forros | 2 m. |
| Carga máxima con agua sobre los rodillos centrales | 140 t. |
| Carga máxima por centímetro de rodillo | 700 kg. |

Todas las pruebas realizadas con fiexímetros, lo más escrupulosamente posible, no acusaron la más pequeña deformación del material de fibrocemento. Advertiremos que el tubo se rellenó de hormigón de 300 kg., y que por los ensayos realizados posteriormente en el Laboratorio de la Escuela de Caminos verá el lector la enorme influencia que este relleno tiene en la resistencia al aplastamiento de los rodillos, y por ellas deducirá también que la carga de 700 kg. por centímetro de longitud de rodillo es pequeñísima comparada con la de rotura, lo cual confirmaba y justificaba la no alteración de los flexímetros colocados en el acueducto.

Y animado por el concluyente resultado de esta primera aplicación, inmediatamente concebimos aplicar el mismo sistema a empresas de mayores vuelos. Pudiera, en un principio, parecer esta nueva pretensión un tanto audaz; pero un sereno y razonado estudio hace ver inmediatamente la aplastante lógica y consecuente aplicación de los ya famosos rodillos de fibrocemento. Así lo espuse en una conferencia en el Instituto Técnico de la Construcción, en el pasado mes de diciembre, al indicar allí que el empleo de rodillos de fibrocemento podía resolver definitivamente la debatida cuestión de independizar los anillos de las presas bóvedas de mi querido compañero Alfonso Peña. No he de negar que experimenté una gran satisfacción al observar que la idea, entre mis distinguidos compañeros *había caído* sinceramente bien, y que encontré, precisamente en el mismo creador de ese racional sistema de presas, su más decidido y entusiasta defensor. Véanse sus artículos recientes en la Revista de Obras Públicas, en los que trató esta cuestión y por lo que no voy a insistir más sobre este particular. Sin embargo, diré solamente que, inmediatamente procedimos a realizar los ensayos que creímos más necesarios, en el Laboratorio de la Escuela, con rodillos y forros de diversos diámetros y longitudes, fabricados por la Casa Uralita. Los resultados fueron francamente superiores a nuestros buenos deseos, ya que, merced a una feliz circunstancia, nos encontramos con la agradable sorpresa de poder aumentar grandemente, más de lo presumible, la resistencia al aplastamiento de los rodillos, con rellenar simplemente de hormigón el ojo de los mismos. Conviene advertir que, por exigencias de fabricación, no pueden obtenerse macizos los rodillos, sino que se precisa de un cierto diámetro interior, que es proporcional al diámetro externo y que sirve de alojamiento al eje sobre el que van enrollándose las capas elementales de pasta cemento-amianto que integran el rodillo. Voy a exponer uno de los resultados de los ensayos, por mí presenciados, en trozos de rodillos de 22 cm. de diámetro exterior y 7 cm. de interior, y que comprueban las excelentes aptitudes del material fibroso en trabajos similares a los que va a tener en las presas de anillos.

Se ensayaron dos trozos de tubos de 22 cm. diámetro exterior y 7 cm. de interior, el primero de una longitud de 24 cm. y el segundo de 18 cm.

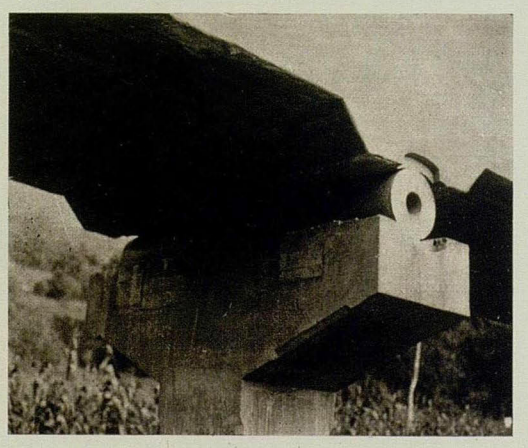


Fig. 5.ª — Rótula vista lateralmente.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



Fig. 6.ª — Vista general del tramo reconstruído.

*Primer ensayo.* — Longitud del tubo, 24 cm. Sin rellenar.

| | | |
|---|---|---|
| Carga de rotura . . . . . | 43 000 | kg. |
| Carga de rotura (por centímetro de longitud) . . . . . | 1 790 | " |
| Régimen elástico (límite aproximado) . | 25 000 | " |
| Régimen elástico (por centímetro de longitud) . . . . . | 1 050 | " |

*Segundo ensayo.* — El mismo tubo. Relleno de mortero 1/2.

| | | |
|---|---|---|
| Carga de rotura. . . . . | 105 000 | kg. |
| Idem íd. (por centímetro) . . . . | 4 370 | " |
| Régimen elástico (límite aproximado) . | 45 000 | " |
| Idem íd. (por centímetro). . . . . | 1 870 | " |

*Tercer ensayo.* — Longitud del tubo, 18 cm. Sin rellenar.

| | | |
|---|---|---|
| Carga de rotura. . . . . | 30 000 | kg. |
| Idem íd. (por centímetro). . . . . | 1 660 | " |
| Régimen elástico (límite aproximado) . | 20 000 | " |
| Idem íd. (por centímetro). . . . . | 1 110 | " |

Salta inmediatamente a la vista la enorme influencia del relleno de los tubos y la constancia de los resultados. Este último extremo, de gran interés, no es de extrañar, dada la esmeradísima fabricación del fibrocemento, revestida de todas garantías, especialmente en cuanto se refiere a las condiciones ideales de fraguado y endurecimiento en agua, a las que se someten todas las piezas.

Ahora bien, mencionaremos como dato orientador para el lector que admitiendo Peña un trabajo máximo para el hormigón de los anillos de 50 kg./cm.$^2$ y supuesto los rodillos de las dimensiones citadas, distanciados un centímetro, la carga/cm. lineal que deberá absorber un rodillo será: $50 \times 24 \times 1 = 1\,200$ kilogramos, y como la de rotura es 4 370 kg., el coeficiente de seguridad será de *3,64*, excelente a todas luces; máxime si se tiene en cuenta la bondad y homogeneidad del material, que será, en una presa construída con este procedimiento, el mejor, y con gran diferencia de todos los materiales que en ella se empleen.

¡Y esto sí que es verdaderamente tranquilizador!

**I. SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN,**
**Ingeniero de Caminos.**

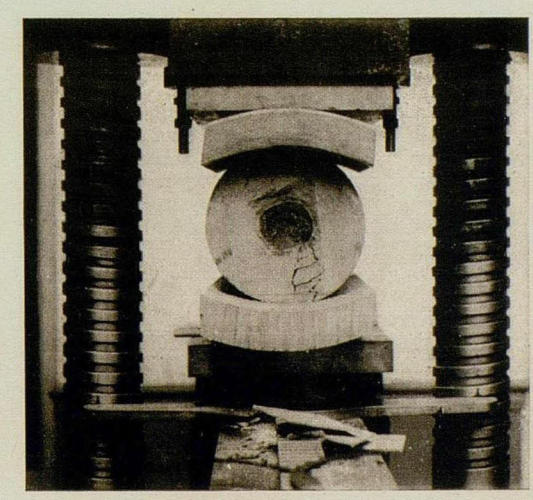


Figura 7.ª



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

**ILDEFONSO SÁNCHEZ del RÍO PISÓN**

*el ingenio de un legado*

SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EL 23 DE SEPTIEMBRE DE 2011

SOBRE PAPEL *CROMOMATT* DE 150 GRAMOS UTILIZÁNDOSE PARA SU COMPOSICIÓN LOS CARACTERES TIPOGRÁFICOS *OPTIMA*



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

OTRAS PUBLICACIONES DE LA FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

**El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert**

ENRIQUE RABASA DÍAZ, ed.
2011

**Leonardo Turriano. Ingeniero del rey**

ALICIA CÁMARA, ed.
2010

**Félix Candela. La conquista de la esbeltez**

PEPA CASSINELLO, ed.
2010

**Ciencia y técnica monetarias en la España bajomedieval**

RICARDO CÓRDOBA DE LA LLAVE
2009

**Pensar la ingeniería. Antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez**

JOSÉ RAMÓN NAVARRO VERA, ed.
2009

***Ars Mechanicae*. Ingeniería medieval en España**

IGNACIO GONZÁLEZ TASCÓN y PEDRO NAVASCUÉS PALACIO, eds.
2008

**Pirámides y Obeliscos. Transporte y construcción: una hipótesis**

ALEJANDRO RICART CABÚS
2008

**El artificio de Juanelo Turriano para elevar agua al Alcázar de Toledo (s. XVI). Modelo con escaleras de Valturio**

FRANCESC XAVIER JUFRÉ GARCÍA
2008

**El Real Ingenio de la Moneda de Segovia. Maravilla tecnológica del siglo XVI**

GLENN MURRAY FANTON, JOSÉ MARÍA IZAGA REINER y JORGE MIGUEL SOLER VALENCIA
2006

**Ingeniería romana en Hispania. Historia y técnicas constructivas**

IGNACIO GONZÁLEZ TASCÓN e ISABEL VELÁZQUEZ
2005

**El puente moderno en España (1850-1950). La cultura técnica y estética de los ingenieros**

JOSÉ RAMÓN NAVARRO VERA
2001

**Los Veintiún Libros de los Ingenios y las Máquinas de Juanelo Turriano**

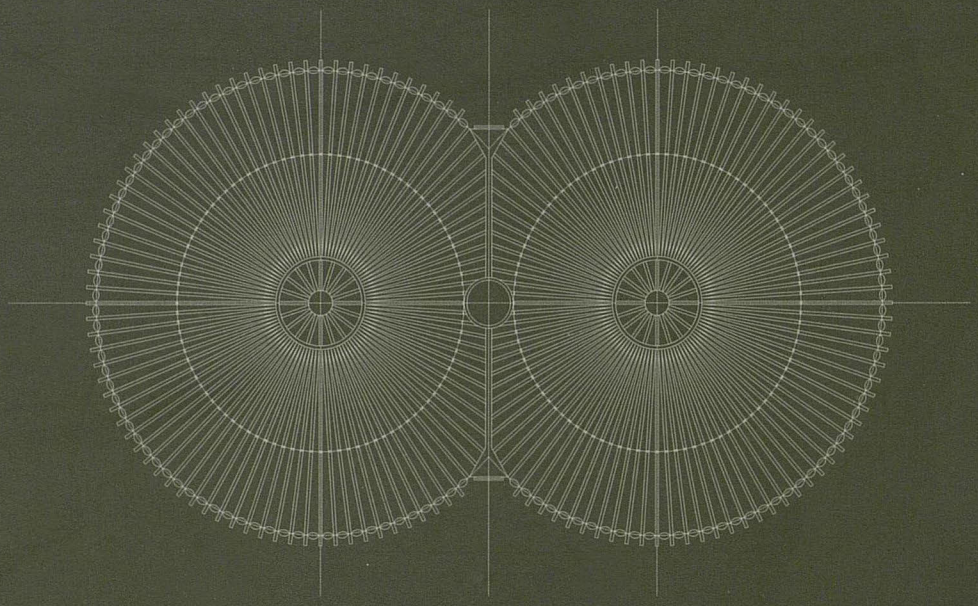
1996 / 2009

**José Rodríguez de Losada. Vida y obra**

ROBERTO MORENO
1995

www.juaneloturriano.com

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



URBANO ARREGUI ♦ JOSÉ CALAVERA ♦ PEPA CASSINELLO ♦ ENRIQUE GONZÁLEZ VALLE

JAVIER MANTEROLA ♦ BERNARDO REVUELTA POL ♦ FERNANDO SÁENZ RIDRUEJO

FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ DEL RÍO ♦ ILDEFONSO SÁNCHEZ DEL RÍO PISÓN ♦ JOSÉ ANTONIO TORROJA

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO